

ФОТОМЕТР

фотоэлектрический КФК-3

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

С о д е р ж а н и е

| | Лист |
|--|------|
| 1. Назначение | 3 |
| 2. Технические данные | 3 |
| 3. Состав фотометра | 5 |
| 4. Устройство и работа фотометра | 5 |
| 4.1. Принцип действия | 5 |
| 4.2. Схема оптическая принципиальная | 6 |
| 4.3. Схема электрическая принципиальная | 7 |
| 4.3.1. Усилитель постоянного тока | 9 |
| 4.3.2. Преобразователь угла поворота дифракционной решетки в напряжении | 11 |
| 4.3.3. Стабилизатор напряжения осветителя | 12 |
| 4.3.4. Блок питания | 14 |
| 5. Устройство и работа составных частей фотометра | 19 |
| 6. Принадлежности и сменные части | 24 |
| 7. Маркирование и упаковка | 25 |
| 8. Общие указания по эксплуатации | 27 |
| 9. Указания мер безопасности | 28 |
| 10. Подготовка к работе | 29 |
| 11. Порядок работы | 29 |
| 11.1. Измерение коэффициента пропускания или оптической плотности | 29 |
| 11.2. Измерение концентрации вещества в растворе | 30 |
| 11.3. Определение скорости изменения оптической плотности раствора | 32 |
| 11.4. Работа с термопечатающим устройством | 33 |
| 12. Проверка технического состояния | 33 |
| 13. Возможные неисправности и способы их устранения | 35 |
| 14. Техническое обслуживание | 37 |
| 15. Правила хранения и транспортирования | 40 |
| Приложение 1. Перечень элементов электросхемы фотометри- ческого блока | 41 |
| Приложение 2. Перечень элементов электросхемы блока питания | 44 |
| Приложение 3. Данные трансформатора | 47 |

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Фотометр фотоэлектрический КФК-3 (в дальнейшем — фотометр) предназначен для измерения коэффициентов пропускания и оптической плотности прозрачных жидкостных растворов и прозрачных твердых образцов, а также для измерения скорости изменения оптической плотности вещества и определения концентрации вещества в растворах после предварительной градуировки фотометра потребителем.

Фотометр предназначен для применения в сельском хозяйстве, медицине, на предприятиях водоснабжения, в металлургической, химической, пищевой промышленности и других областях народного хозяйства. По условиям эксплуатации фотометр относится к категории 4.2 исполнения УХЛ ГОСТ 15150-69.

Условиями работы фотометра являются:

температура окружающей среды . . . от 10 до 35°C

относительная влажность воздуха, % 65 ± 15

напряжение питающей сети . . . (220±22) В, 50 Гц

Примечание. В связи с постоянным совершенствованием фотометров текст описания и рисунки могут в отдельных деталях отличаться от выполненной конструкции фотометра. Допускается замена электрорадиоэлементов на ЭРЭ импортного изготовления.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Спектральный диапазон работы фотометра от 315 до 990 нм. В качестве диспергирующего элемента в фотометре применена дифракционная решетка.

2.2. Спектральный интервал, выделяемый монохроматором фотометра, не более 7 нм.

2.3. Пределы измерения:

коэффициента пропускания, % 0,1—100;

оптической плотности 0—3.

Примечание. В диапазоне измерения оптической плотности от 2 до 3 или коэффициента пропускания от 1 до 0,1% погрешность не нормируется.

2.4. Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности фотометра при измерении коэффициента пропускания, % (абс.) 0,5

- 2.5. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности установки длины волны, мм, не более 3
- 2.6. Предел допускаемого среднеквадратического отклонения случайной составляющей основной абсолютной погрешности, % (абс.), не более 0,15
- 2.7. Предел допускаемого отклонения дополнительной погрешности фотометра при измерении коэффициента пропускания в интервале температур от 20 до 35 °С и от 20 до 10 °С, % (абс.), не более 0,3
- 2.8. Диспергирующий элемент — дифракционная решетка вогнутая, $R = 250$ мм, число штрихов на 1 мм 1200
- 2.9. Источник излучения — лампа галогенная КГМ 12-10.
- 2.10. Приемник излучения — фотодиод ФД — 288Б.
- 2.11. Рабочая длина кювет (набор кювет № 4), мм 10, 20 и 30

По требованию заказчика фотометр может поставляться с блоком проточной кюветы.

Взамен набора № 4 могут поставляться наборы № 1 с рабочей длиной 20, 10, 5, 3 и 1 мм, № 2 (50, 30, 20, 10 и 5 мм) и № 5 (100, 50 мм).

Кювета 100 мм применяется для измерений в видимой и инфракрасной областях спектра.

Поставка должна оговариваться при заказе фотометра.

2.12. Результаты измерений коэффициента пропускания оптической плотности, концентрации и скорости изменения оптической плотности, а также длины волны, на которой проводится измерение, высвечиваются на цифровых табло фотометра.

2.13. Микропроцессорная система обеспечивает выполнение семи задач:

НУЛЬ — измерение и учет сигнала при неосвещаемом фотоприемнике:

- Г — градуировка фотометра;
- Е — измерение оптической плотности;
- П — измерение коэффициента пропускания;
- С — измерение концентрации;

А — измерение скорости изменения оптической плотности;

Р — ввод коэффициента факторизации.

Примечание. Обозначение оптической плотности Е и пропускания П условно и вызвано возможностями буквенного отображения на индикаторе фотометра.

2.14. Питание фотометра от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, 50/60 Гц.

2.15. Потребляемая мощность при напряжении $(220 \pm 4,4)$ В, 50 Гц, В·А не более . 60

2.16. Габаритные размеры, мм, не более . $500 \times 360 \times 165$

2.17. Масса, кг, не более 15

3. СОСТАВ ФОТОМЕТРА

В состав фотометра входят:

Фотометр фотоэлектрический КФК-3 1 шт.

Комплект сменных частей 1 шт.

Комплект принадлежностей 1 шт.

Комплект запасных частей 1 шт.

Комплект упаковок 1 шт.

Примечание. Полный комплект поставки фотометра указан в паспорте на фотометр.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ФОТОМЕТРА

4.1. Принцип действия

Принцип действия фотометра основан на сравнении светового потока Φ_0 , прошедшего через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение, и светового потока Φ , прошедшего через исследуемую среду.

Световые потоки Φ_0 и Φ фотоприемником преобразуются в электрические сигналы U_0 , U и U_T (U_T — сигнал при неосвещенном приемнике), которые обрабатываются микро-ЭВМ фотометра и представляются на цифровом табло в виде коэффициента пропускания, оптической плотности, скорости изменения оптической плотности, концентрации.

Коэффициент пропускания (τ) исследуемого раствора определяется как отношение потоков или сигналов

$$\tau = \frac{\Phi}{\Phi_0} \cdot 100\% = \frac{U - U_T}{U_0 - U_T} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Оптическая плотность (D)

$$D = \lg \frac{1}{\tau} = \lg \frac{U_0 - U_T}{U - U_T}. \quad (2)$$

Скорость изменения оптической плотности (A)

$$A = \frac{D_2 - D_1}{t}, \quad (3)$$

где $D_2 - D_1$ — разность значений оптических плотностей за временной интервал t в минутах. Время t может принимать значения 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 минут.

Концентрация $C = D \cdot F$, (4)

где F — коэффициент факторизации, определяется потребителем и вводится с цифровой клавиатуры в пределах от 0,001 до 9999.

4.2. Схема оптическая принципиальная

Нить лампы 1 (рис. 1) изображается конденсором 2 в плоскости диафрагмы D_1 ($0,8 \times 4,0$), заполняя светом щель диафрагмы. Далее, диафрагма D_1 изображается вогнутой дифракционной решеткой 4 и вогнутым зеркалом 5 в плоскости такой же щелевой диафрагмы D_2 ($0,8 \times 4,0$). Дифракционная решетка и зеркало 5 создают в плоскости диафрагмы D_2 растянутую картину спектра. Поворачивая дифракционную решетку вокруг оси параллельной штрихам решетки, выделяют щелью диафрагмы D_2 излучение любой длины волны от 315 до 990 нм. Объектив 7, 8 создает в кюветном отделении слабо сходящийся пучок света и формирует увеличенное изображение щели D_2 перед линзой 10. Линза 10 сводит пучок света на приемнике 11 в виде равномерно освещенного светового кружка. Для уменьшения влияния рассеянного света в ультрафиолетовой области спектра, за диафрагмой D_1 установлен светофильтр 3, который работает в схеме при измерениях в спектральной области 315—400 нм, а затем автоматически выводится.

Оптическая принципиальная схема

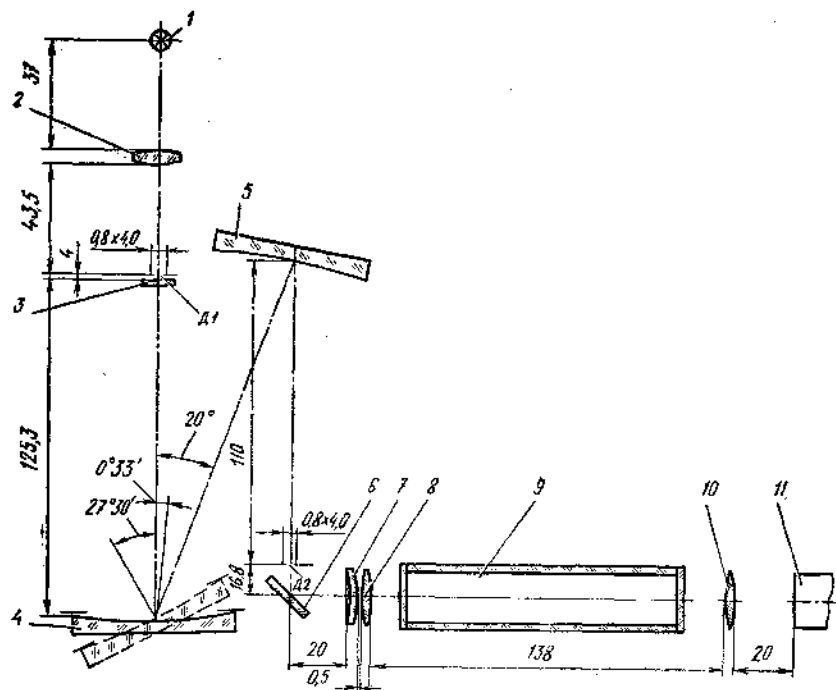


Рис. 1

В кюветное отделение (между объективом 7, 8 и линзой 10) устанавливаются прямоугольные кюветы 9, либо проточная кювета, поставляемая по особому требованию заказчика.

4.3. Схема электрическая принципиальная

Электрическая принципиальная схема фотометра представлена на рис. 2, перечень элементов электросхемы приведен в приложениях 1 и 2. Она состоит из преобразователя светового излучения в электрический сигнал (фотодиод VD1), усилителя постоянного тока A1 (в дальнейшем — УПТ), микропроцессорной системы A2, преобразователя угла поворота дифракционной решетки в напряжение A3, стабилизатора напряжения осветителя A4 и блока питания фотометра A5.

Электрическая принципиальная схема фотометра

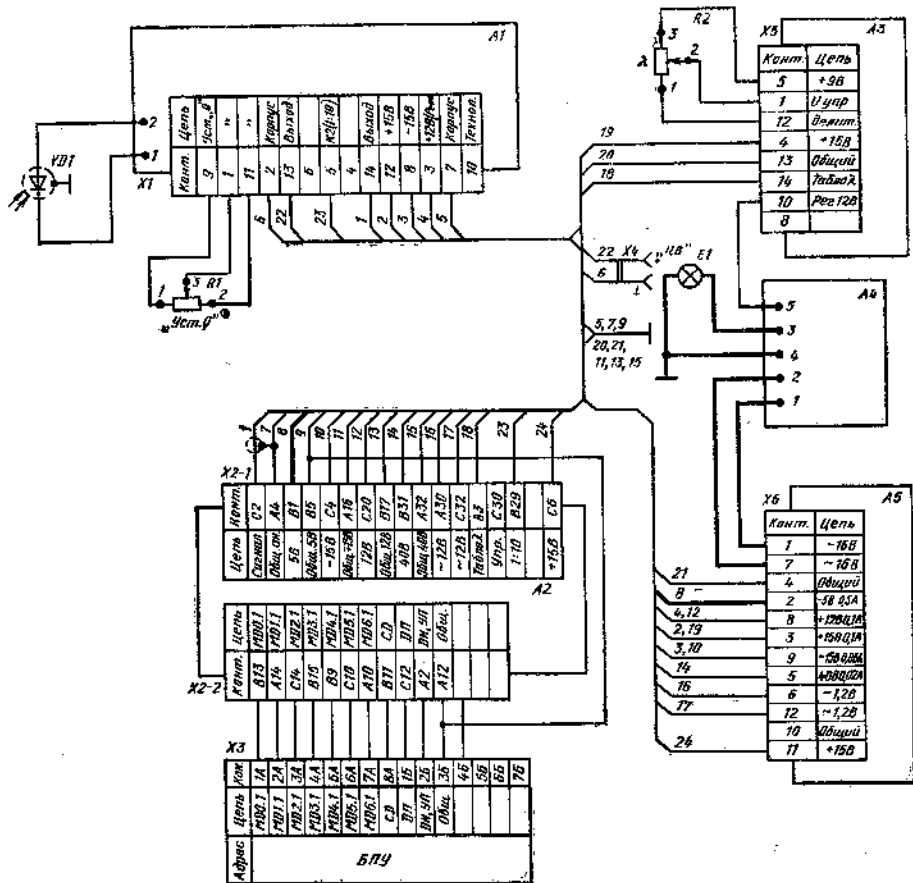


Рис. 2

4.3.1. Усилитель постоянного тока.

Ток фотодиода ВД1, возникающий в нем под воздействием светового потока, проходящего через исследуемый прибор, подается на вход УПТ, электрическая принципиальная схема которого представлена на рис. 3. Фотодиод ВД1 включен на инвертирующий вход операционного усилителя ДА1. Нагрузкой фотодиода является входное сопротивление операционного усилителя, которое при замкнутой цепи отрицательной обратной связи (через резисторы R1, R5 и R2) является достаточно малым. Фотодиод по схеме включения работает практически в режиме короткого замыкания. Такой режим обеспечивает высокую линейность всей электрической схемы фотометра вместе с фотодиодом.

Схема УПТ построена на двух операционных усилителях ДА1 и ДА2. В первом каскаде использована микросхема КР544УД1А с малыми входными токами (не более 0,05 нА), а во втором каскаде — прецизионный операционный усилитель типа КР551УД1А, обладающий малым напряжением смещения и высокой стабильностью его электрических характеристик.

Ток фотодиода ВД1 (см. рис. 2) при неизменном световом потоке осветителя Е1 в интервале длин волн от 315 до 990 нм изменяется примерно на три порядка, значительно уменьшаясь в области ультрафиолета. Поэтому в электрической схеме УПТ предусмотрена возможность изменения чувствительности УПТ за счет переключения сопротивления нагрузки фотодиода (реле К1). Общая максимальная чувствительность УПТ определяется минимальным измеряемым током фотодиода на длине волны 315 нм. Общий коэффициент усиления УПТ и величина сопротивления нагрузки фотодиода R2 и R1 (см. рис. 3) выбраны таким образом, чтобы на указанной длине волны выходное напряжение УПТ было достаточным для нормальной работы микропроцессорной системы (не менее 0,1 В). Переменный резистор R5 используется в процессе настройки и регламентных работ для выставки кратности 1:10.

Выбор чувствительности УПТ осуществляется автоматически микропроцессорной системой путем включения реле К1.

Переменный резистор R6, с помощью которого изменяется коэффициент усиления второго каскада в пределах 1,0—12,0, служит для изменения общей чувствительности

Электрическая принципиальная схема усилителя постоянного тока

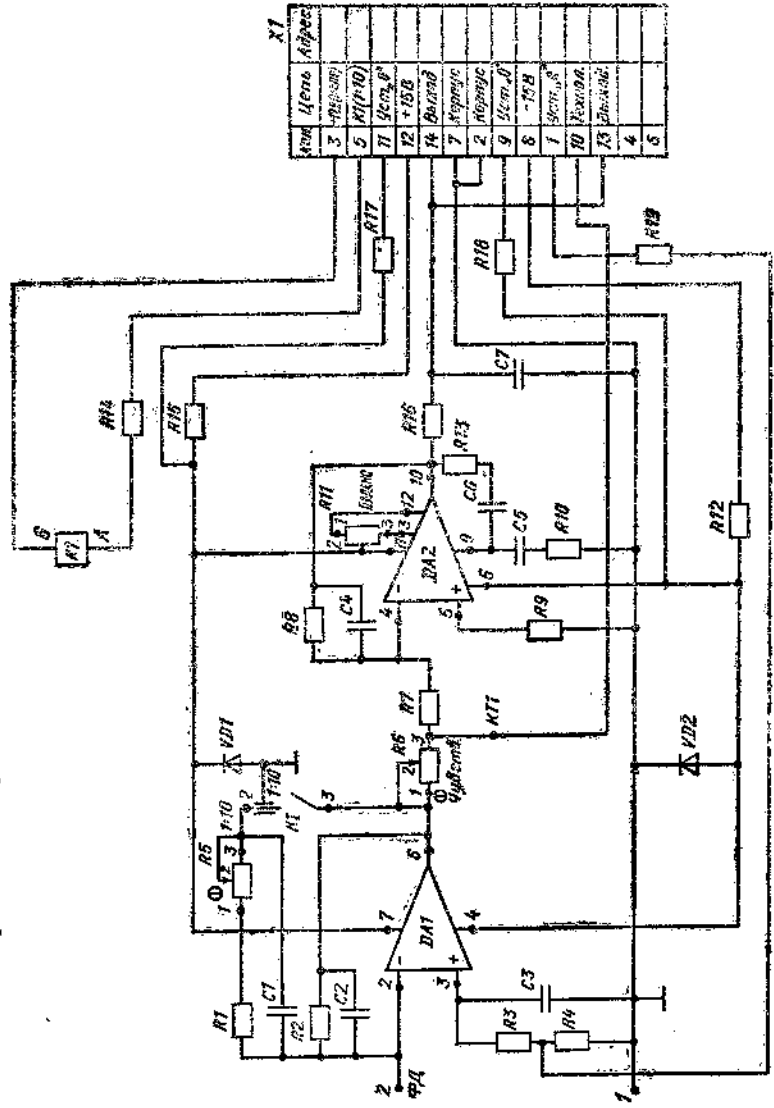


Рис. 3

фотометра в процессе заводской настройки и при проведении регламентных работ. Например, оно может быть использовано для компенсации потери чувствительности фотодиода или уменьшения светового потока осветителя в процессе эксплуатации фотометра.

Для балансировки УПТ (установки нулевого напряжения на его выходе при перекрытом световом потоке) предусмотрен переменный резистор R1 (см. рис. 2), ось которого со шлицом выведена на правую боковую стенку фотометра.

Усилитель постоянного тока имеет собственную параметрическую стабилизацию напряжений питания микросхем (VD1—R15 и VD2—R12), что повышает стабильность его электрических параметров.

Усиленный сигнал с выхода УПТ через соответствующие разъемы подается на микропроцессорную систему и обрабатывается. Результаты обработки выводятся на табло системы.

4.3.2. Преобразователь угла поворота дифракционной решетки в напряжение.

Преобразователь угла поворота дифракционной решетки в напряжение состоит из датчика угла поворота (десятиоборотный резистор с высокой разрешающей способностью и малым отклонением от линейности) и повторителя напряжения АЗ на операционном усилителе с большим входным сопротивлением (см. рис. 2). Переменный резистор механически связан с механизмом поворота дифракционной решетки таким образом, что при прохождении через выходную щель излучения с длиной волны $\lambda = 315$ нм сопротивление резистора минимально, а при $\lambda = 1000$ нм оно максимально. Таким образом, используя резистор в виде делителя высокостабильного источника напряжения, устройство позволяет преобразовывать угол поворота решетки в напряжение, пропорциональное длине волны излучения. Значение напряжения, численно равное в выбранном масштабе длине волны излучения, высвечивается затем на цифровом табло микропроцессорной системы.

Повторитель напряжения (рис. 4) необходим в устройстве для исключения влияния входного сопротивления вычислительной системы на линейность делителя и для выбора соответствующего масштаба при вводе напряжения в микропроцессорную систему.

Электрическая принципиальная схема преобразователя угла поворота

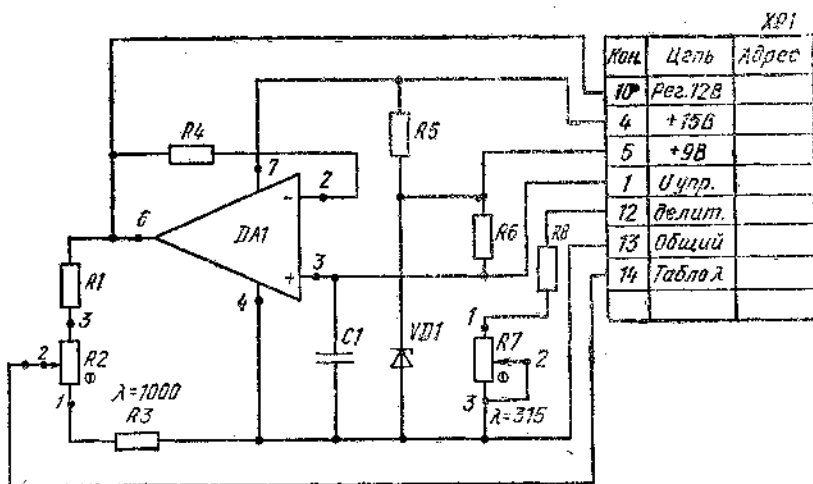


Рис. 4

4.3.3. Стабилизатор напряжения осветителя.

В фотометре КФК-3 в качестве источника излучения используется галогенная лампа накаливания КГМ 12-10. Для ее питания необходим источник питания 12 В при токе потребления около 0,90 А. С целью выравнивания зависимости тока фотодиода от длины волны, напряжение питания лампы линейно изменяется в зависимости от положения решетки. В положении решетки, соответствующем длине волны выделяемого излучения 315 нм, напряжение равно $12,6 \pm 0,2$ В, в положении решетки, соответствующем длине волны выделяемого излучения 990 нм, равно $10,0 \pm 0,2$ В.

Электрическая принципиальная схема стабилизатора напряжения осветителя приведена на рис. 5.

При разомкнутой перемычке 6—7 схема работает как обычный стабилизатор напряжения на 12,6 В с опорным напряжением, снимаемым со стабилитрона VD8. При замкнутых контактах 6—7 в схему вводится дополнительное управление выходным напряжением стабилизатора, которое обеспечивает изменение напряжения стабилизатора от 12,6 до 10,0 В при изменении выделяемой длины волны

Электрическая принципиальная схема стабилизатора напряжения осветителя

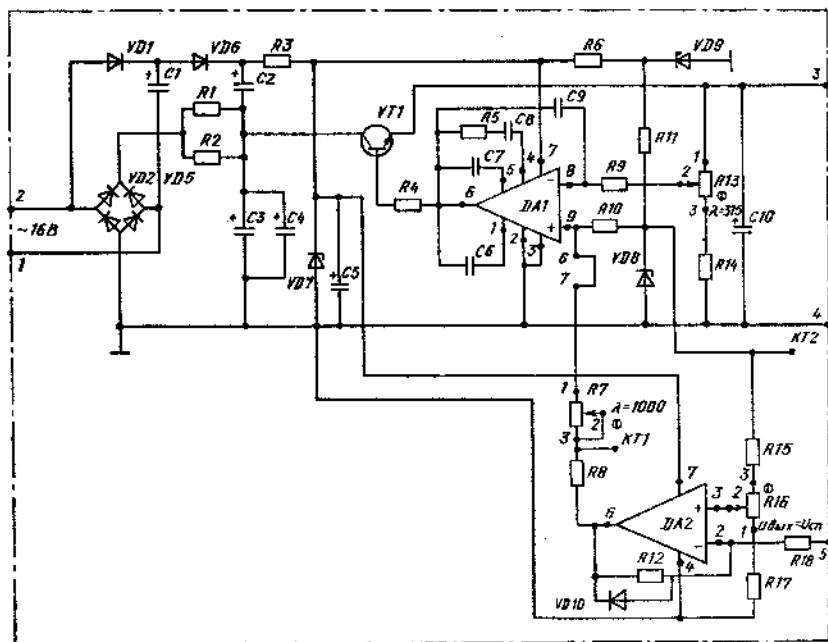


Рис. 5

от 315 до 990 нм. Это осуществляется за счет изменения опорного напряжения на неинвертирующем входе операционного усилителя ДА1 через специальный операционный усилитель ДА2, управляемый сигналом, снимаемым с преобразователя угла поворота решетки в напряжение.

В положении решетки, соответствующем длине волны выделяемого излучения 315 нм, напряжение на выходе МС ДА2 равно опорному напряжению VD8 и оно не влияет на выходное напряжение стабилизатора напряжения осветителя, установленного при разомкнутой перемычке 6—7. Это равновесие устанавливается резистором R16. При переводе решетки в положение, соответствующее длине волны выделяемого излучения 990 нм, напряжение на выходе МС ДА2 уменьшается.

Резистором R7 (« $\lambda = 1000$ ») выходное напряжение стабилизатора в этом положении решетки устанавливается равным $10,0 \pm 0,2$ В. Таким образом, осуществляется изменение напряжения на лампе в пределах от $12,6 \pm 0,2$ до $10,0 \pm 0,2$ В при изменении длины волны выделяемого излучения от 315 до 990 нм. При этом во всем этом интервале напряжений обеспечивается коэффициент стабилизации не менее 200.

4.3.4. Блок питания.

Электрическая принципиальная схема блока питания приведена на рис. 6.

В блоке питания смонтированы три печатные платы стабилизаторов напряжения: 5 В, 0,5 А; ± 15 В, 0,1 А и 12 В, 0,1 А совместно с источником питания 40 В, 0,02 А.

Стабилизатор напряжения 5 В, 0,5 А (рис. 7) построен с применением операционного усилителя типа К157УД1 и составного транзистора КТ829В в качестве регулирующего элемента. Опорное напряжение стабилизатора снимается с переменного резистора R9, используемого одновременно для установки напряжения 5 В на выходе стабилизатора. Защита стабилизатора от кратковременного короткого замыкания на его выходе осуществляется за счет последовательно включенных с регулирующим транзистором VT1 резисторов R1 и R2.

Стабилизаторы напряжения на минус 15 В и +15 В (рис. 8) идентичны и построены по типовой схеме стабилизаторов напряжения с применением транзисторов типа п-р-п. Отличительной особенностью их является наличие положительной обратной связи через резисторы R3, R14 и R4, R16, которая позволяет увеличить коэффициент стабилизации до 200—250, а уровень пульсации снизить до 5—10 мВ.

Стабилизатор напряжения на 12 В, 0,1 А (рис. 9) по схемному построению аналогичен стабилизаторам напряжения ± 15 В и отличается от них только величиной входного и выходного напряжений.

Все источники напряжения фотометра КФК-3 питаются от сети (220 ± 22) В, 50/60 Гц через один общий трансформатор TV1, (см. рис. 7). Электрические параметры его приведены в приложении 4.

Электрическая принципиальная схема блока питания

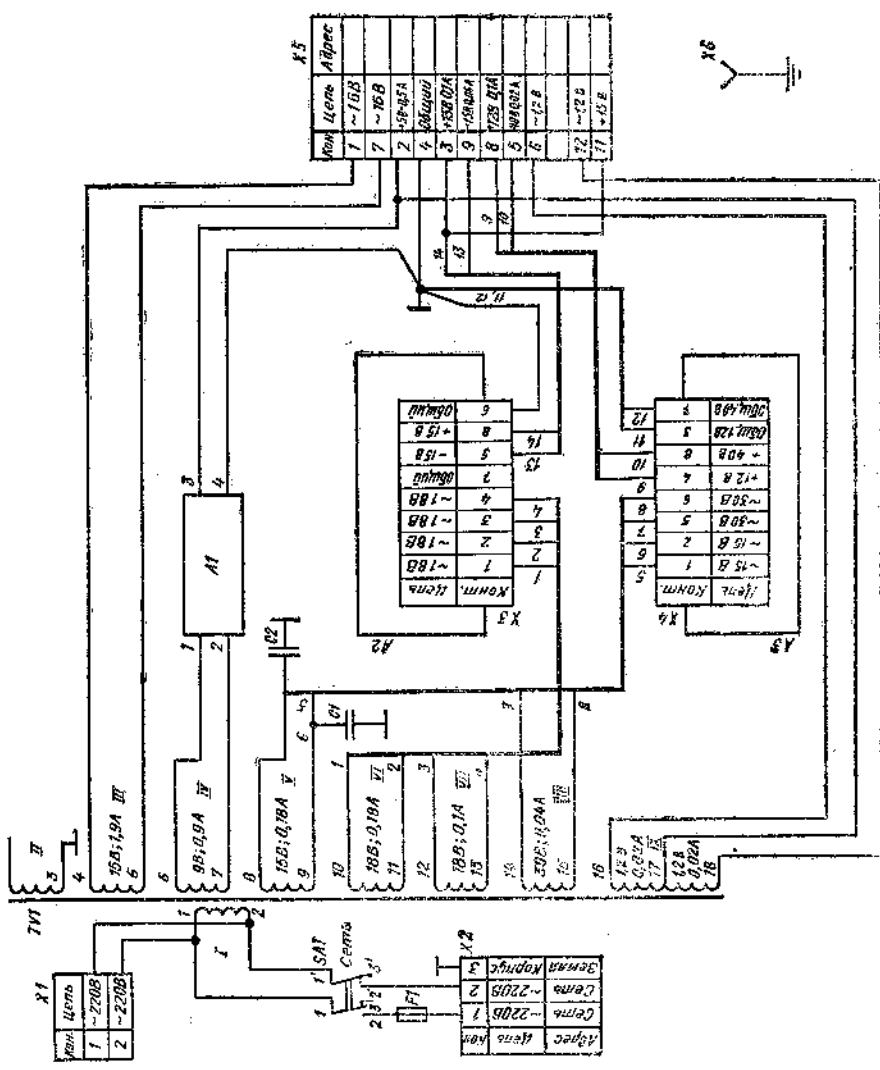


Рис. 6

Электрическая принципиальная схема стабилизатора напряжения 5 В, 0,5 А

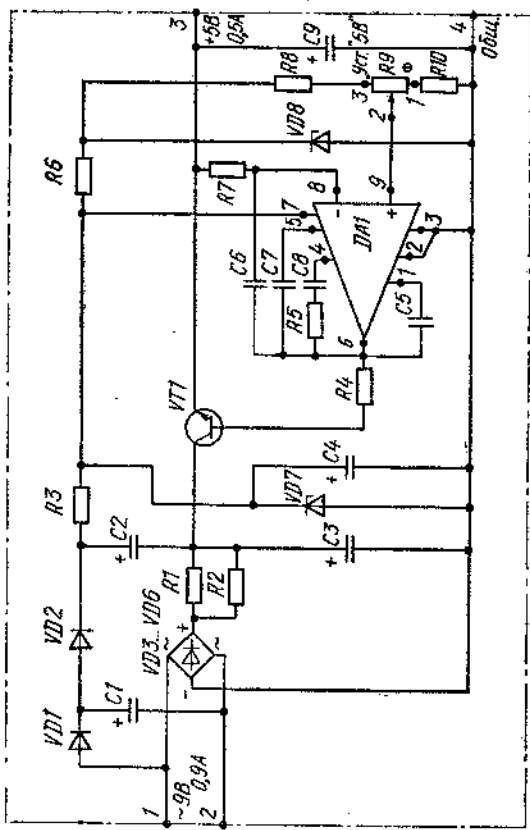


Рис. 7

Электрическая принципиальная схема стабилизатора напряжения ± 15 В, 0,1 А

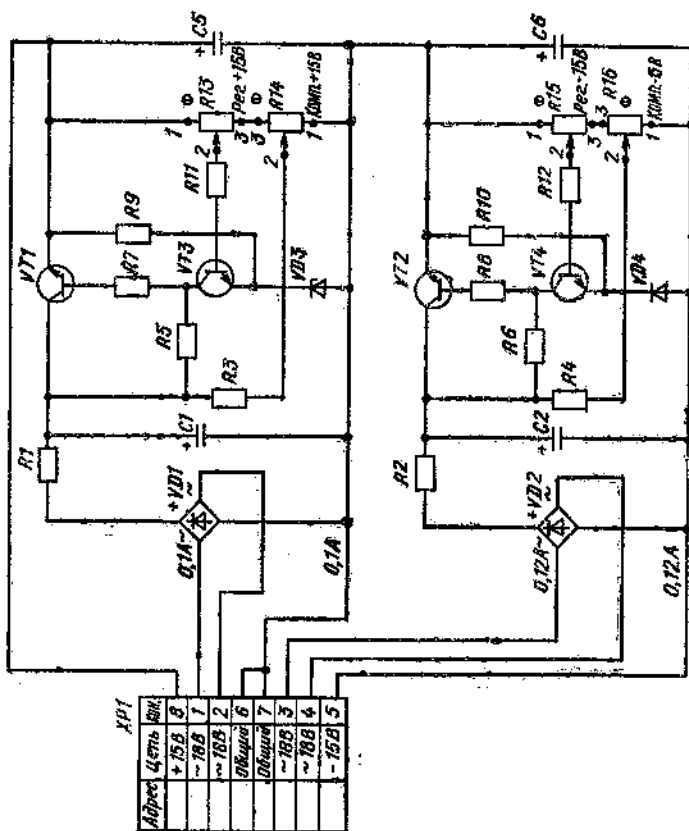


Рис. 8

Электрическая принципиальная схема
источника питания 12 В, 0,1 А и 40 В, 0,02 А

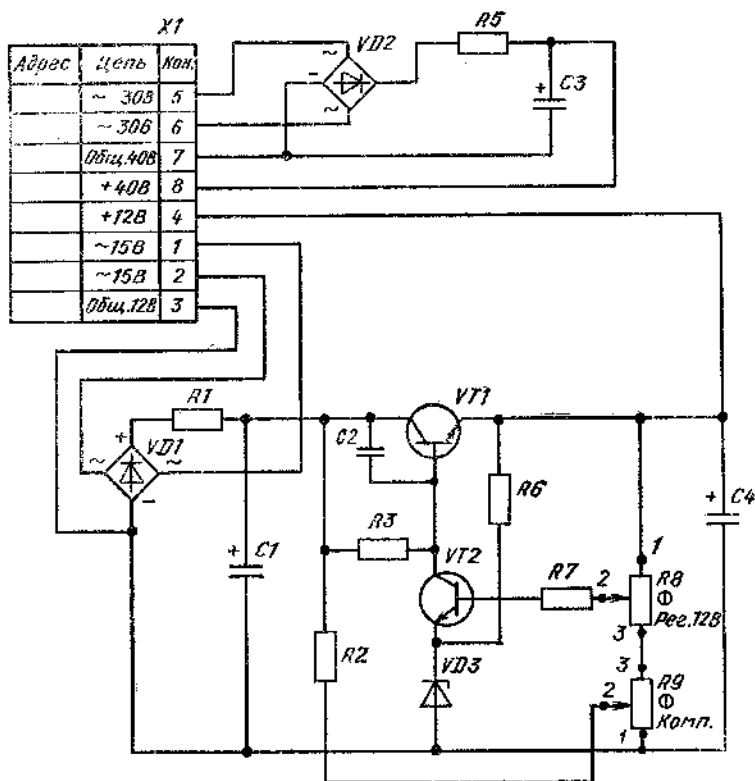


Рис. 9

Основные электрические характеристики источников питания КФК-3 приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Номинальное значение выходного напряжения, В | Максимальное общее отклонение напряжения от номинального, %, не более | Нестабильность напряжения от установившегося, %, не более | Уровень пульсаций выходного напряжения по амплитуде, мВ, не более | Максимальный ток нагрузки, А |
|--|---|---|---|------------------------------|
| + 15,00 | ± 2,0 | ± 1,0 | 20,0 | 0,080 |
| - 15,00 | ± 2,0 | ± 1,0 | 20,0 | 0,035 |
| + 5,00 | ± 2,0 | ± 1,0 | 10,0 | 0,50 |
| + 12,00 | ± 10 | ± 5,0 | 50 | 0,080 |
| 40 нестабилизированное | ± 20 | ± 10 | 2000 | 0,02 |
| Переменное 1,2 + 1,2 | + 10 - 15 | ± 10 | — | 0,10 |
| Регулируемое от 10,0 до 12,6 В | — | 0,3 | 5 | 1,0 |

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ФОТОМЕТРА

Фотометр (рис. 10) выполнен в виде одного блока. На металлическом основании 3 закреплены узлы фотометра, которые закрываются кожухом 1. Кюветное отделение закрывается съемной крышкой 5.

В фотометр входят фотометрический блок 2 (рис. 11), блок питания 3, микропроцессорная система 4.

На боковой стенке фотометра (рис. 12) расположена ось резистора 1 (УСТ. 0) и тумблер 2 (СЕТЬ).

На задней стенке основания фотометра (рис. 12) расположена розетка 5 для подключения к фотометру термопечатающего устройства типа УТП-2.

5.1. Блок фотометрический

В фотометрический блок входят: осветитель, монохроматор, кюветное отделение, кюветодержатель, фотометрическое устройство. Конструкция механизма осветителя (рис. 14) обеспечивает перемещение лампы в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Монохроматор 1 (см. рис. 11) служит для получения излучения заданного спектрального состава и состоит из корпуса, узла входной щели, сферического зеркала, дифракционной решетки, узла выходной щели и синусного механизма.

Ручка 2 (см. рис. 10) служит для поворота дифракционной решетки через синусный механизм и установки требуемой длины волны в нанометрах.

Кюветное отделение 6 (см. рис. 11) представляет собой корпус, который с помощью болтов крепится к корпусу монохроматора. В правой части этого корпуса расположен карман 5 с крышкой, в котором размещено фотометрическое устройство. В фотометрическое устройство входят фотодиод и усилитель постоянного тока. Усилитель постоянного тока устанавливается в фотометр через разъем.

Для контроля выходного напряжения УПП на печатной плате, находящейся у боковой стенке фотометра имеется 2 гнезда, закрытых кожухом 1 (рис. 12). На этой же плате находится резистор 1 (рис. 12).

В кюветодержатель устанавливают кюветы с растворителем (контрольным раствором) и исследуемым раствором и помещают их в кюветное отделение 6 (см. рис. 11).

Кюветодержатель устанавливают в кюветное отделение на столик так, чтобы две маленькие пружины находились с передней стороны.

Ввод в световой пучок одной или другой кюветы осуществляется поворотом рукоятки 4 (см. рис. 10) до упора влево или вправо.

При установке рукоятки до упора влево в световой пучок вводится кювета с растворителем, при установке рукоятки до упора вправо в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором.

Общий вид фотометра

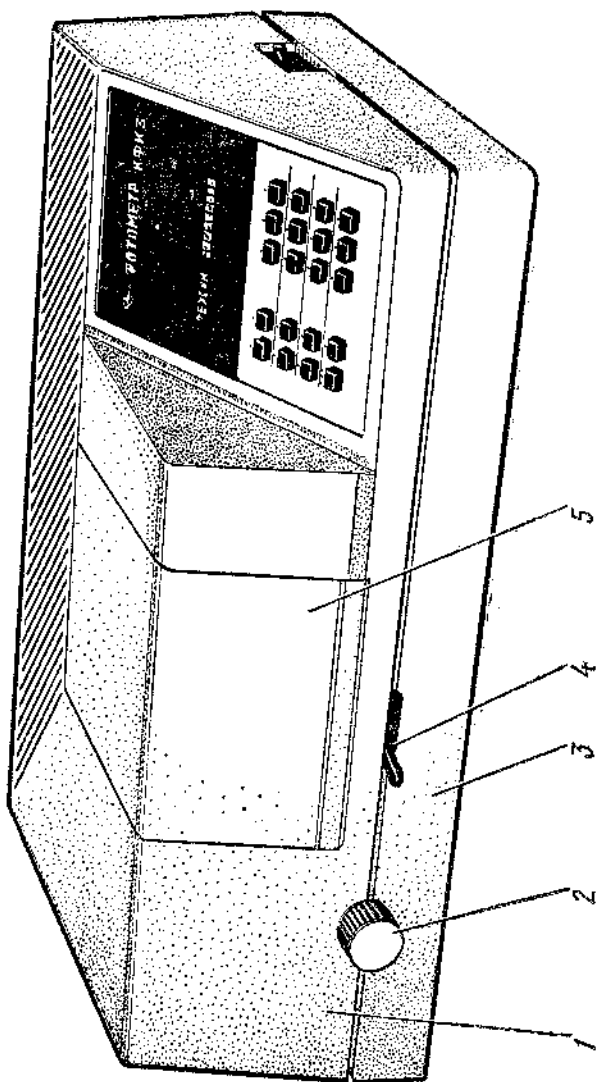


Рис. 10

Вид фотометра без кожуха

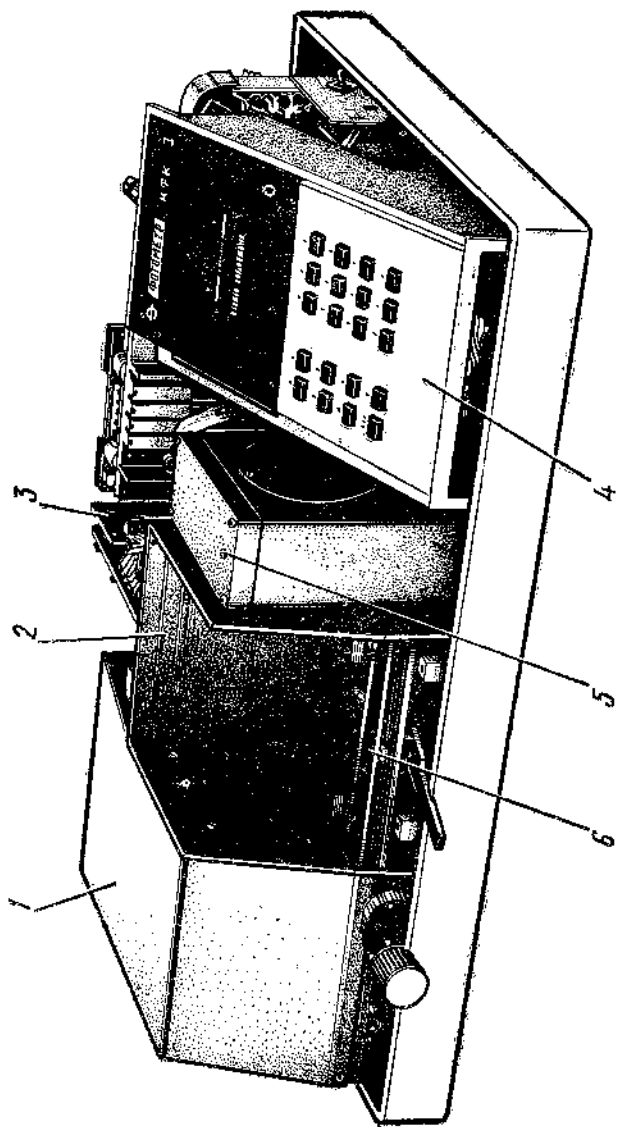


Рис. 11

Вид фотометра саади

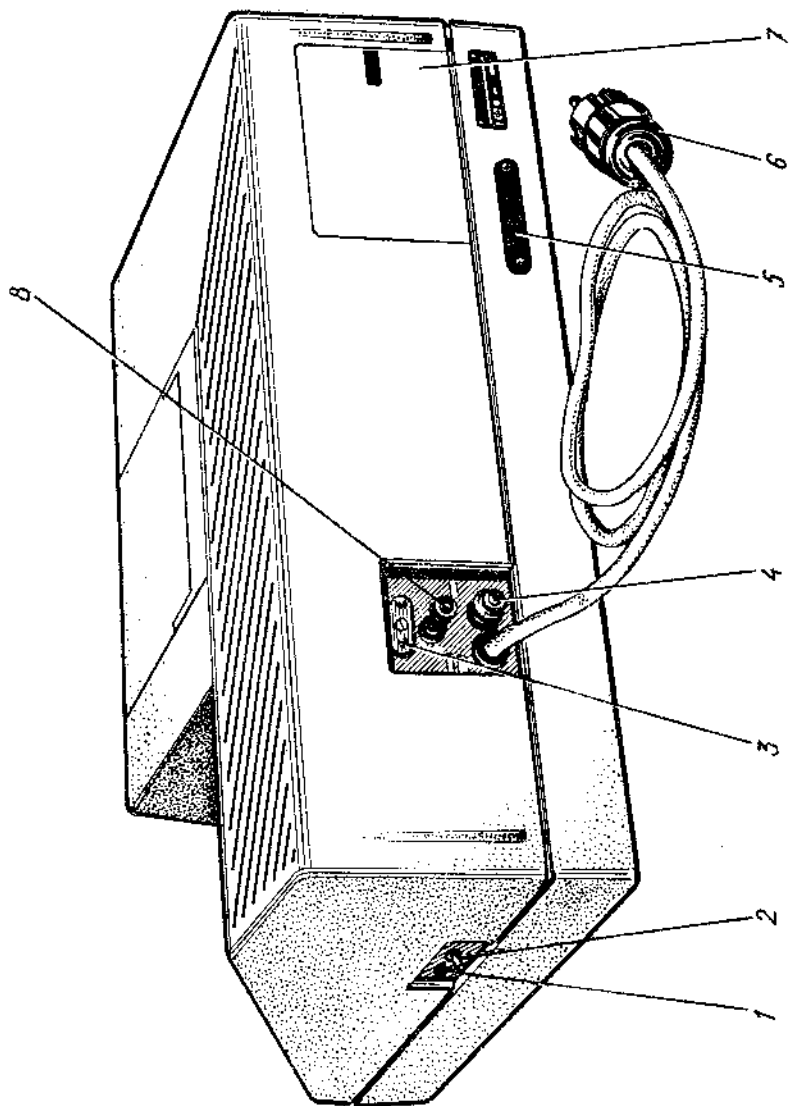


Рис. 12

При открытой крышке кюветного отделения шторка перекрывает световой пучок.

5.2. Блок питания

В блоке питания 3 (см. рис. 11) расположены печатные платы стабилизаторов напряжений, силовой трансформатор.

На боковой стенке блока питания имеется выключатель сетевого напряжения (тумблер) 2 (рис. 12).

На задней стенке блока питания рис. 12 имеется электрошнур с вилкой 6 для включения в сеть, предохранитель 4 (1А), розетка 3 для подключения блока проточной кюветы, а также зажим защитного заземления 8. На вилке 6 имеется заземляющий контакт. Вилка 6 должна подсоединяться к розетке, соединенной с заземляющей шиной.

5.3. Микропроцессорная система

Микропроцессорная система 4 (см. рис. 11) состоит из двух печатных плат, соединенных между собой разъемом. К фотометру система подсоединяется через разъем. Клавиатура и цифровые табло системы выходят на переднюю панель фотометра.

6. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И СМЕННЫЕ ЧАСТИ

6.1. Кюветы

К фотометру прилагается набор прямоугольных кювет № 4. Рабочая длина и объем кювет 1 (рис. 13) приведены в табл. 2.

Таблица 2

| | | | |
|--------------------------|----|----|----|
| Рабочая длина кюветы, мм | 30 | 20 | 10 |
| Объем, мл | 14 | 9 | 5 |

В набор входят по три кюветы каждого размера. Кюветы 1 устанавливают в кюветодержатель 2.

При работе с малым количеством жидкости используется блок проточной кюветы с рабочей длиной 10 мм и минимальным объемом 0,6 мл.

Рабочая длина и объем кювет из наборов № 1, № 2 и № 5 приведены в табл. 3.

Таблица 3

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| Набор № 1 | Рабочая длина кюветы, мм | 20 | 10 | 5 | 3 | 1 |
| | Объем, мл | 9 | 5 | 2,3 | 1,2 | 0,4 |
| Набор № 2 | Рабочая длина кюветы, мм | 50 | 30 | 20 | 10 | 5 |
| | Объем, мл | 20 | 14 | 9 | 5 | 2,3 |
| Набор № 5 | Рабочая длина кюветы, мм | 100 | 50 | — | — | — |
| | Объем, мл | 45 | 20 | — | — | — |

Примечание. Блок проточной кюветы и наборы кювет № 1, № 2 и № 5 поставляются по требованию заказчика.

6.2. Светофильтры контрольные

Контрольные светофильтры «К-1», «К-2» (поз. 4) (см. рис. 13) с коэффициентами пропускания, близкими к 15 и 75%, и «К-3» (поз. 3) применяются при периодической проверке технического состояния фотометра в процессе эксплуатации.

Коэффициенты пропускания светофильтров «К-1», «К-2» и длина волны в максимуме пропускания светофильтра «К-3» измерены на фотометре и указаны в паспорте фотометра.

7. МАРКИРОВАНИЕ И УПАКОВКА

Фотометр имеет таблички с обозначением шифра фотометра, порядкового номера, года выпуска, товарного знака завода-изготовителя. Номер фотометра должен соответствовать номеру, записанному в паспорт для данного комплекта.

Фотометр и коробку с ЗИП упаковывают в ящик из гофрированного картона и затем в выложенный битуми-

Комплект сменных частей и принадлежностей

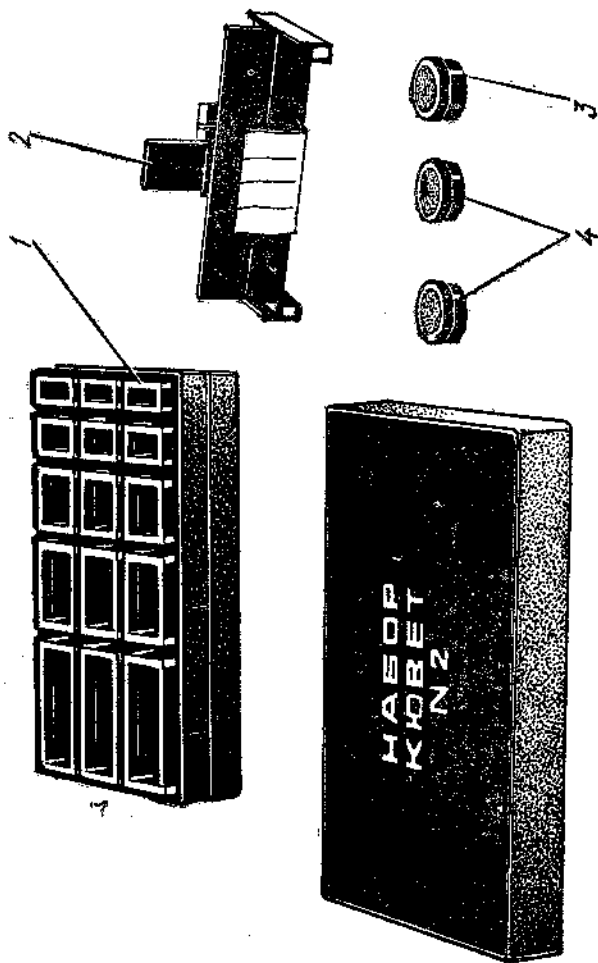


Рис. 13

рованной бумагой и обтянутый упаковочной стальной лентой ящик.

Упаковка фотометра, составных частей, паспорта, технического описания и инструкции по эксплуатации обеспечивает сохранность их товарного вида.

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Если фотометр внесен в помещение с мороза, то распаковка и расконсервация его должны производиться после 24 часов пребывания в помещении. Фотометр следует извлекать из ящика осторожно и ни в коем случае не брать за рукоятки управления фотометра.

После распаковки следует проверить комплектность фотометра на соответствие паспорту, а затем ознакомиться с его работой, конструкцией и назначением всех органов управления.

Вблизи фотометра не должны находиться мощные источники электрических, магнитных полей, мощные источники света и нагревательные устройства. Не допускается попадание прямых солнечных лучей на фотометр.

Температура окружающего воздуха должна быть по возможности близкой к 20°C , допустимый диапазон температур окружающего воздуха при работе с фотометром от 10 до 35°C , при влажности воздуха 50 — 80% .

Установку длин волн необходимо выполнять подводкой со стороны коротких волн к более длинным. Если при установке значение длины волны перешла требуемое — вновь вернуться на 20 — 30 нм к более коротким волнам и повторно подвести к требуемому значению длины волны.

Чувствительность фотометра в ультрафиолетовой области спектра — наименьшая, поэтому для получения надежных результатов измерения в области спектра 315 — 350 нм рекомендуется оптическую плотность раствора или образца выбирать не более 1.

Рабочие поверхности кювет должны перед каждым измерением тщательно протираться спирто-эфирной смесью.

При установке кювет в кюветодержатели нельзя касаться пальцами рабочих участков поверхностей (ниже уровня жидкости в кювете).

Наличие загрязнений или капель раствора на рабочих поверхностях кюветы приводит к получению неверных результатов измерений.

Жидкость наливается в кюветы до метки на боковой стенке кюветы. Жидкость в ограниченном объеме кюветы

в некоторых случаях образует мениск. По капиллярам, в особенности по углам кюветы, жидкость поднимается на высоту до 6 мм.

Если уровень жидкости превышает метку на боковой стенке кюветы, то наблюдается затекание жидкости по углам, что создает впечатление протекания кюветы.

Не наклонять кювету с жидкостью при установке в кюветодержатель.

Закрывать кюветы крышками.

При необходимости очистки защитного стекла МПС от пыли и других загрязнений необходимо производить протирку сухой ветошью при отключенном фотометре. Не допускается производить протирку ветошью, смоченной растворителями.

В Н И М А Н И Е!

Во время неправильного транспортирования возможны случаи сбивания лампы КГМ 12-10. При этом в кюветном отделении в плоскости шторки может нарушиться изображение щели. Для восстановления изображения щели симметрично относительно диафрагмы необходимо воспользоваться юстировочными винтами 1, 2, 3 (см. рис. 14), как указано в разделе 14.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Работа на фотометре должна производиться в чистом помещении, свободном от пыли, паров кислот и щелочей. Вблизи фотометра не должны располагаться громоздкие изделия, создающие неудобства в работе оператора.

Все регулировочные работы, связанные с проникновением в корпус фотометра к токоведущим частям, замена неисправных деталей, разъединение и подключение штепсельных разъемов должны проводиться после отсоединения фотометра от сети.

Трехжильный кабель питания имеет сечение жил, соответствующее протекающему току, длину не менее 1,5 м и снабжен штепсельной вилкой с заземляющей клеммой. Розетка у потребителя должна быть подсоединена к заземляющей шине.

Для выключения при токовых перегрузках фотометр имеет предохранитель и выключатель сетевого напряжения. Сечение жил, марки проводов и тип предохранителя

должны соответствовать конструкторской документации на фотометр.

В качестве световой индикации включения сетевого питания служит появление информации на цифровом табло после нажатия клавиши ПУСК.

10. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Подсоединить фотометр к сети 220 В, 50/60 Гц и включить тумблер СЕТЬ.

Нажать клавишу ПУСК — на цифровом табло появляется символ «Г», соответствующее ему значение и значение длины волны.

После длительного хранения или транспортирования фотометра необходимо провести проверку технического состояния фотометра по разделу 12. При текущей подготовке фотометра к работе проверку по разделу 12 производить не требуется, достаточно выдержать фотометр во включенном состоянии 30 минут при открытой крышке и произвести измерение и учет нулевого отсчета (смещение нуля усилителя). Измерение и учет нулевого отсчета p_0 произвести нажатием клавиши НУЛЬ. При измерении нулевого отсчета крышка кюветного отделения должна быть открыта. На цифровом табло справа от мигающей запятой высвечивается значение p_0 , слева — символ «0». Значение p_0 должно быть не менее 0,005 и не более 0,200.

Если отсчет p_0 не укладывается в указанные пределы, следует добиться нужного значения с помощью резистора УСТ. 0. Установку нуля производить при нажатии клавиши НУЛЬ.

11. ПОРЯДОК РАБОТЫ

11.1. Измерение коэффициента пропускания или оптической плотности

11.1.1. Установить в кюветное отделение кюветы с растворителем или контрольным раствором, по отношению к которому производится измерение, и исследуемым раствором. Кювету с растворителем или контрольным раствором установить в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювету с исследуемым раствором — в ближнее гнездо кюветодержателя. О выборе рабочей длины кюветы см. п. 11.2.2.

В световой пучок установить кювету с растворителем (рукоятка 4 (см. рис. 10) — влево до упора). Если измерение проводится относительно воздуха, например, для образца из стекла или другого прозрачного материала, то в этом случае дальнейшее гнездо кюветодержателя должно быть свободным.

11.1.2. Установить ручкой 2 (см. рис. 10) длину волны, на которой проводятся измерения раствора. Длина волны высветится на верхнем цифровом табло.

11.1.3. При закрытой крышке кюветного отделения нажать клавишу «Г». На нижнем цифровом табло слева от мигающей запятой высветится символ «Г». Нажать клавишу «П» или «Е». Слева от мигающей запятой высветится соответственно символ «П» или «Е», а справа от мигающей запятой — соответственно значения «100,0 ± 0,2» или «0,000 ± 0,002», означающие, что начальный отсчет пропускания (100,0%) или оптической плотности (0,000) установился на фотометре правильно.

Если отсчеты «100,0 ± 0,2» или «0,000 ± 0,002» установились с большим отклонением, нажать на клавиши «Г», «П» или «Е» повторно, соблюдая небольшую паузу (3—5 с).

Открыть крышку кюветного отделения и нажать клавишу НУЛЬ, закрыть крышку, нажать клавишу П или Е.

11.1.4. Затем рукоятку 4 (см. рис. 10) установить вправо до упора, при этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. Отсчет на световом табло справа от мигающей запятой соответствует коэффициенту пропускания или оптической плотности исследуемого раствора.

11.1.5. Повторить операции по пп. 11.1.1—11.1.4 три раза, вычислить среднее арифметическое значение измеряемой величины.

11.1.6. Для построения спектральной кривой коэффициента пропускания или оптической плотности образца измерения провести по методике пп. 11.1.1—11.1.4.

11.1.7. Построить спектральную кривую светопропускания или оптической плотности исследуемого раствора, откладывая по горизонтальной оси длины волн в нанометрах, а по вертикальной — светопропускание или оптическую плотность.

11.2. Измерение концентрации вещества в растворе

Для измерения концентрации вещества в растворе необходимо предварительно выполнить ряд подготовительных операций в следующей последовательности:

выбор длины волны;
выбор кюветы;
построение градуировочного графика для данного вещества и определение коэффициента факторизации F ;
введение коэффициента F в память вычислительного блока;
измерение концентрации вещества.

11.2.1. Выбор длины волны.

Для достижения наименьшей погрешности в определении концентрации следует правильно выбрать длину волны, на которой будет выполняться измерение. Для этого по спектральной кривой раствора, снятой по методике пп. 11.1.1—11.1.7, выбрать такой участок, на котором выполняются следующие условия:

оптическая плотность имеет максимальную величину;
ход кривой примерно параллелен горизонтальной оси, т. е. оптическая плотность мало зависит от длины волны.

Длина волны, соответствующая этому участку, выбирается для измерения. Если для некоторых растворов второе условие не выполняется, то рабочая длина волны выбирается по первому условию.

11.2.2. Выбор кюветы.

Как указывалось выше, абсолютная погрешность измерения коэффициента пропускания не превышает 0,5%. Относительная погрешность измерения оптической плотности раствора будет различной и достигает минимума при значении оптической плотности 0,4. Поэтому при работе на фотометре рекомендуется путем соответствующего выбора длины кювет работать вблизи указанного значения оптической плотности, например, в пределах от 0,3 до 0,6.

11.2.3. Построение градуировочного графика и определение коэффициента факторизации.

Построение градуировочного графика проводить следующим образом. Приготовить ряд растворов данного вещества с известными концентрациями, охватывающими область возможных изменений концентраций этого вещества в исследуемом растворе.

Измерить оптические плотности всех растворов и построить градуировочный график, откладывая по горизонтальной оси известные концентрации, а по вертикальной — соответствующие им значения оптической плотности.

Следует убедиться в том, что зависимость концентрации от оптической плотности — линейная, т. е. выражается на графике прямой линией.

Рассчитать по графику коэффициент факторизации F , для этого по графику концентраций снимают значение C для средней части графика и соответствующую этой концентрации оптическую плотность D :

$$F = \frac{C}{D} \quad (5)$$

Если при построении градуировочного графика будет установлено, что зависимость между оптической плотностью и концентрацией не линейная, коэффициент факторизации F определять не требуется. Определение концентрации в этом случае проводить по градуировочному графику.

11.2.4. Введение коэффициента факторизации F в память вычислительного блока.

Ввести в память вычислительного блока коэффициент F . Для этого нажать клавишу «F», на цифровом табло слева от мигающей запятой высветится символ «F». Набрать с помощью клавиатуры значения коэффициента F . На цифровом табло справа от мигающей запятой высветится набранное значение коэффициента. Фотометр для измерения концентрации подготовлен.

Примечание. При повторном выведении коэффициента факторизации на цифровом табло возможно уменьшение последней значащей цифры на единицу.

11.2.5. Измерение концентрации вещества в растворе.

Провести операции по пп. 11.1.1—11.1.4. При этом исследуемый раствор налить в кюветы той же рабочей длины, с которой производилась градуировка и установить длину волны, выбранную по п. 11.2.1.

Нажать клавишу «С». На табло слева от мигающей запятой появится символ «С». Отсчет на цифровом табло справа от мигающей запятой соответствует значению концентрации исследуемого раствора.

11.3. Определение скорости изменения оптической плотности раствора

Для определения состояния реакции, протекающей в растворе, бывает необходимо определять скорость изменения оптической плотности за какой-то заданный промежуток времени t .

11.3.1. Провести операции по пп. 11.1.1—11.1.4, при этом по п. 11.1.2 установить требуемую длину волны.

11.3.2. Нажать на клавишу «А». На цифровом табло слева от мигающей запятой высветится символ «А».

11.3.3. Ввести в память время t , за которое необходимо определить скорость A изменения оптической плотности (время вводится в минутах и может принимать значения целых чисел от 1 до 9).

11.3.4. Через время t на цифровом табло справа от мигающей запятой высветится значение скорости изменения оптической плотности.

11.3.5. Если требуется определить скорость изменения оптической плотности того же раствора в следующий промежуток времени t , установленный в п. 11.3.3, нажать вновь клавишу «А».

11.4. Работа с термопечатающим устройством типа УТП-2

11.5.1. Включить термопечатающее устройство в сеть.

11.5.2. Подключить термопечатающее устройство к разъему 5 (см. рис. 12).

11.5.3. Нажать клавишу ВКЛ. термопечатающего устройства. На передней панели устройства должен загореться светодиод.

11.5.4. Подготовить фотометр к работе в соответствии с разделом 10.

11.5.5. После проведения соответствующих измерений согласно раздела 11 необходимо нажать клавишу ПЕЧАТЬ и наблюдать вывод результатов и значения длины волны на бумажной ленте.

ВНИМАНИЕ! Нажатие клавиши ПЕЧАТЬ производить только при подключенном термопечатающем устройстве. Если данное условие нарушено, то необходимо нажать клавишу ПУСК и подготовить фотометр к работе согласно описанию.

12. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Периодическая проверка технического состояния фотометра проводится с целью определения работоспособности фотометра в период эксплуатации. Рекомендуемая периодичность проверок при активной эксплуатации — один раз в месяц.

Проверяемыми параметрами являются:
смещение нуля усилителя;
показания длин волн на цифровом табло;
показания коэффициента пропускания на цифровом табло.

12.1. Проверка нуля усилителя

Отсчет по цифровому табло должен быть не менее 0,005 и не более 0,200.

Фотометр включить в сеть 220 В, 50/60 Гц. Открыть крышку кюветного отделения, включить тумблер СЕТЬ. Фотометр выдержать во включенном состоянии 30 минут. Проверку нуля усилителя произвести нажатием клавиши НУЛЬ. На цифровом табло справа от мигающей запятой высветится значение нулевого отсчета, а слева — символ «0».

Если значение нулевого отсчета не укладывается в пределы 0,005—0,200, установить с помощью резистора УСТ. 0 отсчет в указанных пределах. Установку отсчета производить при нажатии клавиши НУЛЬ.

12.2. Проверка показаний длин волн на цифровом табло

Значения длины волны на цифровом табло должно соответствовать длине волны контрольного светофильтра «К-3», записанного в паспорте в точке максимального пропускания с погрешностью не более 3 нм.

Проверить нулевой отсчет по методике п. 12.1.

Вращая ручку длин волн, установить значение длины волн по шкале на 15—20 нм меньше паспортного значения на светофильтр «К-3». Закрыть крышку, нажать клавишу «Г».

Вращением ручки длин волн по часовой стрелке найти начало максимального отсчета по шкале «Г». Снять отсчет по шкале длин волн « λ », соответствующий максимальному значению отсчета по шкале «Г».

Провести три измерения и вычислить среднее значение длины волны. Вычисленное значение должно соответствовать значению длины волны светофильтра «К-3», указанному в паспорте на данный фотометр. Погрешность не должна превышать 3 нм.

12.3. Проверка показаний коэффициента пропускания на цифровом табло

Значение коэффициента пропускания на цифровом табло должны соответствовать коэффициентам пропускания контрольных нейтральных светофильтров «К-1» и «К-2» с погрешностью не более 0,5% (абс).

Проверку проводить по методике на длине волны $(540 \pm 0,5)$ нм. Проверить нулевой отсчет по методике п. 12.1. Закрывать крышку кюветного отделения, нажать клавиши «Г», «П». Проверить установку отсчета $100 \pm 0,2$ по методике п. 11.1.3. Открыть крышку, во входное окно кюветного отделения установить контрольный нейтральный светофильтр, закрыть крышку, снять отсчет по шкале «П». Значения коэффициентов пропускания светофильтров «К-1», «К-2», приведенные в паспорте фотометра, сравнить с полученными результатами проверки. Погрешность не должна превышать 0,5% (абс).

Примечание. Контрольные светофильтры «К-1», «К-2» и «К-3» входят в комплект фотометра. Значения параметров светофильтров записаны в паспорте фотометра и действительны только для данного фотометра. Не допускается для проверки использовать контрольные светофильтры других фотометров.

Периодичность поверки фотометра в органах Госстандарта — 2 года. Методика поверки 2.853021 МП.

13. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

| Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки | Вероятная причина | Способ устранения |
|---|--|---|
| При подключении фотометра к сети, включении тумблера СЕТЬ и нажатии клавиши ПУСК на цифровом табло не загорается запятая. | 1. Вышел из строя предохранитель. 2. Вышел из строя сетевой кабель. 3. Неисправен индикатор. | 1. Заменить предохранитель 2. Прозвонить сетевой кабель, неисправность устранить. 3. Отправить фотометр в ремонт. |

| Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки | Вероятная причина | Способ устранения |
|--|--|---|
| Не горит лампа осветителя. | <p>1. Перегорела осветительная лампа.</p> <p>2. Вышел из строя стабилизатор напряжения осветителя.</p> | <p>1. Проверить напряжение на контактах лампы. При наличии напряжения в пределах 10,0 — 12,6 В лампу заменить.</p> <p>2. Если напряжение отсутствует, отправить фотометр в ремонт.</p> |
| Показания результатов измерений микропроцессорной системы неустойчивы. | <p>1. Подгорели контакты осветительной лампы.</p> <p>2. Неисправность осветительной лампы.</p> <p>3. Нарушение контактов разъемов в цепи питания лампы.</p> <p>4. При $\lambda=315$ нм напряжение на выходе УПТ меньше 0,05 В.</p> <p>4.1. Потеря светового потока.</p> <p>4.2. Загрязнение оптической системы.</p> | <p>1. Лампу снять, почистить контакты, установить лампу согласно раздела 14.1.</p> <p>2. Заменить лампу согласно раздела 14.1.</p> <p>3. Проверить и почистить переходные контакты разъемов.</p> <p>4.1. Проверить напряжение на лампе и, если необходимо, установить при $\lambda=315$ нм его величину 12,6 В, а при $\lambda=990$ нм — 10,0 В.</p> <p>4.2. Почистить оптику.</p> <p>Внимание! Запрещается дотрагиваться и чистить дифракционную решетку со стороны штрихов.</p> |

| Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки | Вероятная причина | Способ устранения |
|---|---|---|
| | 4.3. Потеря чувствительности фотодиода. | 4.3. В случае необходимости заменить фотодиод и установить чувствительность резистором R6 УПТ. Для чего необходимо снять крышку с кармана 5 (рис. 11). |
| После нажатия кнопки ПУСК световая индикация микропроцессорной системы не работает. | <p>1. Плохой контакт в разьеме, соединяющем плату микро-ЭВМ с другими блоками фотометра.</p> <p>2. Неисправна плата микро-ЭВМ.</p> <p>3. Неисправна плата клавиатуры и индикации.</p> | <p>1. Проверить контакты разъема и надежность их соединения. Неисправность устранить.</p> <p>2. Отправить фотометр в ремонт.</p> <p>3. Отправить фотометр в ремонт.</p> |
| Информация на табло не соответствует вводимой. | Проверить, все ли сегменты разрядов индикатора горят. | Отправить фотометр в ремонт. |
| Погрешность измерений выше допустимой. | Неправильная установка нуля УПТ. | Проверить и установить ноль УПТ согласно п. 12.1 «Описания». |

14. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

14.1. Смена лампы осветителя

При замене лампы осветителя отключить фотометр от сети. Снять крышку 7 на задней стенке фотометра (см. рис. 12). Ослабить винты 1 (см. рис. 14), повернуть узел осветителя на 90° по часовой стрелки и вынуть его из корпуса монохроматора. Снять кожух 2. Ослабив винты 6, вы-

Узел осветителя с механизмом подвижки лампы

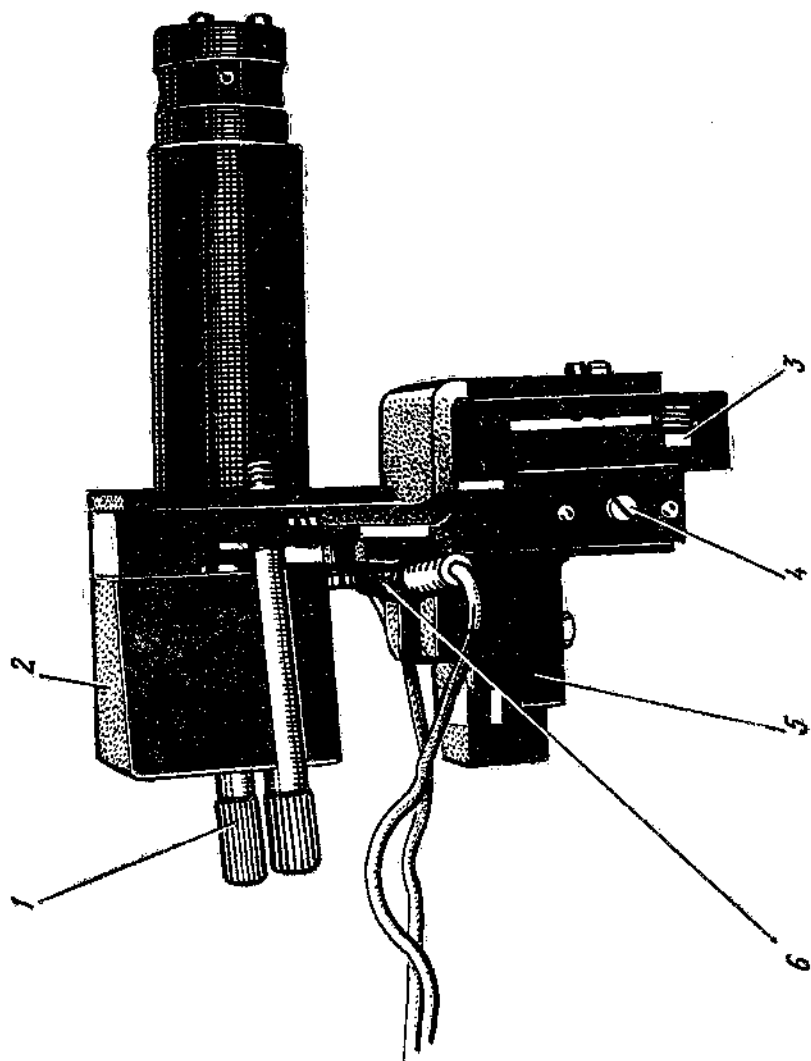


Рис. 14

нуть лампу из контактодержателей. Поставить исправную лампу, затянуть винты контактодержателя. Протереть колбу лампы ватой, смоченной этиловым спиртом ГОСТ 18300-72. Поставить кожух 2. Удерживая осветитель в руке, включить тумблер СЕТЬ. С помощью винтов 3, 4, 5 получить резкое и симметричное изображение нити лампы на входной щели, которое наблюдают через круглое отверстие на тубусе, закрытое пластмассовой пробкой. Поставить на место осветитель, затянуть винты 1. В кюветном отделении в плоскости шторки изображение щели должно располагаться на глаз симметрично относительно диафрагмы. Поставить на место крышку на задней стенке корпуса.

ВНИМАНИЕ!

После установки осветителя необходимо проверить чувствительность по шкале «Г». Она должна находиться в пределах значений от 1,750 до 4,700 на длине волны 398 нм, или на промежутке длин волн от 500 до 800 нм. Если это условие не выполняется, то необходимо перемещением лампы добиться указанного условия. Кроме этого нужно проверить чувствительность по всему спектральному диапазону (315÷990 нм) значение чувствительности должно быть не менее 0,1.

ВНИМАНИЕ!

Если при эксплуатации выявится необходимость замены лампы КГМ 12-10 с цоколем на лампу с проволочными выводами, отверните два винта М3 и замените колодку осветителя на колодку БШ6.673.406 из ЗИПа, привернув ее двумя винтами на прежнее место. При этом длину проволочных выводов укоротите до 8÷10 мм. Установку и юстировку лампы производить согласно данного раздела.

14.2. Смена предохранителя

Предохранитель 4 (рис. 12) расположен на задней стенке фотометра. Для смены предохранителя нажать на колпачок держателя предохранителя, повернуть колпачок прогив часовой стрелки и вынуть его и предохранитель из держателя.

Установить исправный предохранитель и колпачок в держатель.

Электрическая принципиальная схема усилителя постоянного тока

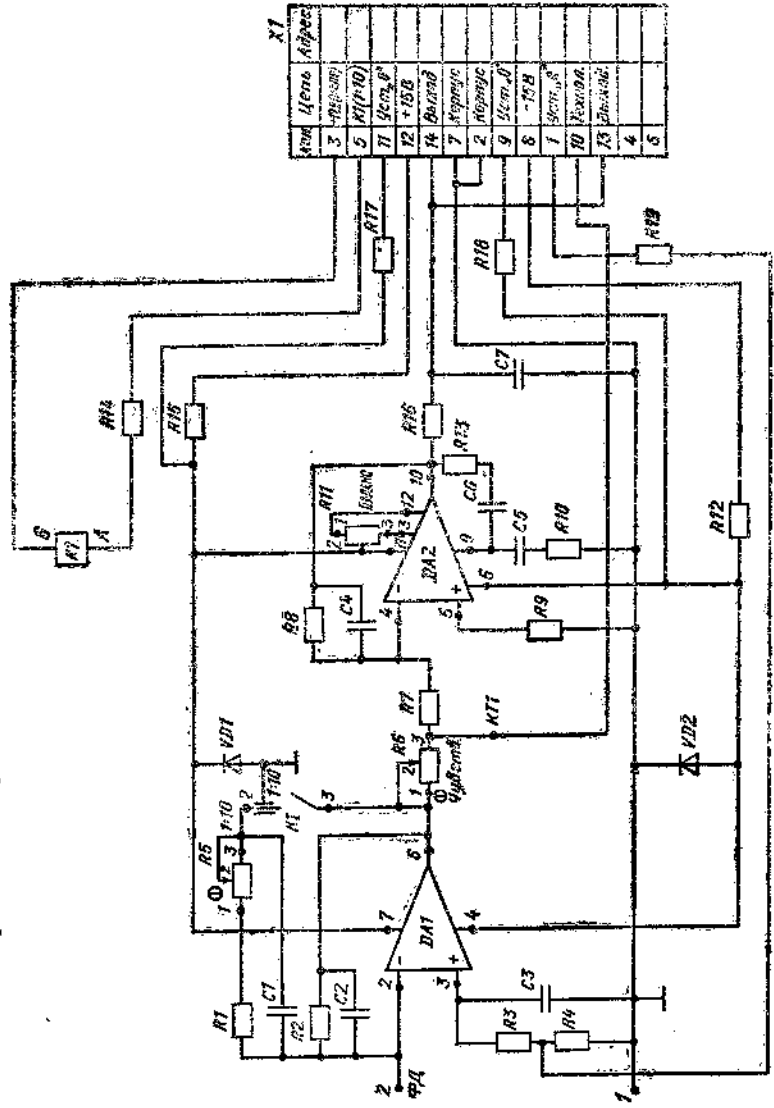


Рис. 3

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов электросхемы фотометрического блока

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|------------------|---|------|------------|
| A1 | Усилитель постоянного тока 5.039.013 | | |
| | Конденсаторы: | | |
| C1 | K73-9-100 В-0,047 мкФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C2 | K73-9-100 В-4700 пФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C3 | K73-9-100 В-0,47 мкФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C4, C5 | K73-9-100 В-0,047 мкФ $\pm 10\%$ | 2 | |
| C6 | K73-9-100 В-1500 пФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C7 | K73-9-100 В-0,47 мкФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| DA1 | Микросхема КР544УД1А | 1 | |
| DA2 | Микросхема КР551УД1А | 1 | |
| K1 | Реле РЭС64Б РС4.569.726-01 | 1 | |
| | Резисторы: | | |
| R1 | C2-29 В-0,25-556 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R2 | C2-29 В-0,5-5,11 МОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R3 | МЛТ-0,25-510 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R4 | МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R5, R6 | СП5-22-1 Вт-22 кОм $\pm 10\%$ -В | 2 | |
| R7 | C2-29 В-0,25-2 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R8 | C2-29 В-0,25-24 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R9 | C2-29 В-0,25-3,4 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R10 | МЛТ-0,25-27 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R11 | СП3-37 А-1 Вт-100 кОм $\pm 10\%$ -А | 1 | |
| R12 | МЛТ-0,25-430 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R13 | МЛТ-0,25-270 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R14 | МЛТ-0,25-300 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R15 | МЛТ-0,25-430 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R16 | C2-29 В-0,25-5,11 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R17, R18 | МЛТ-0,25-3 кОм $\pm 10\%$ | 2 | |
| R19 | МЛТ-0,25-200 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| VD1, VD2 | Стабилитрон Д818Д | 2 | |
| XP1 | Вилка МРН14-1 | 1 | |

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|----------------------|---|------|------------|
| A2 | Система микропроцессорная 5.103.064 | 1 | |
| A3 | Преобразователь угла поворота 5.008.004 | | |
| C1 | Конденсатор К73-9-100 В-047 мкФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| ДА1 | Микросхема КР544УД1Б | 1 | |
| Резисторы: | | | |
| R1 | C2-29 В-0,25-9,09 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R2 | СП5-22-1 Вт-1,5 кОм $\pm 10\%$ -В | 1 | |
| R3 | C2-29 В-0,25-3,01 кОм $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| R4 | МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R5 | МЛТ-0,25-560 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R6 | C3-14-0,125-150 МОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R7 | СП5-22-1 Вт-3,3 кОм $\pm 10\%$ -В | 1 | |
| R8 | C2-29 В-0,25-3,01 $\pm 1\%$ -1,0-Б | 1 | |
| VD1 | Стабилитрон Д818Д | 1 | |
| XP1 | Вилка МРН 14-1 | 1 | |
| A4 | Стабилизатор напряжения осветителя 5.123.145 | | |
| Конденсаторы: | | | |
| C1, C2 | К50-35-25 В-220 мкФ | 2 | |
| C3, C4 | К50-35-25 В-2200 мкФ | 2 | |
| C5 | К50-35-25 В-470 мкФ | 1 | |
| C6 | К73-9-100 В-4700 пФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C7, C8 | К10-7 В-М750-100 пФ $\pm 10\%$ | 2 | |
| C9 | К73-9-100 В-5600 пФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C10 | К50-35-25 В-220 мкФ | 1 | |
| ДА1 | Микросхема К157УД1 | 1 | |
| ДА2 | Микросхема КР544УД1Б | 1 | |
| Резисторы: | | | |
| R1, R2 | МЛТ-2-1 Ом $\pm 10\%$ | 2 | |
| R3 | МЛТ-2-560 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R4 | МЛТ-0,25-27 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R5 | МЛТ-0,25-300 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R6 | МЛТ-0,5-330 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|------------------|-----------------------------------|------|------------|
| R7 | СП5-22-1 Вт-10 кОм ± 10% -В | 1 | |
| R8 | С2-29 В-0,25-3,01 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R9 | МЛТ-0,25-3 кОм ± 10% | 1 | |
| R10 | С2-29 В-0,25-10 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R11 | МЛТ-0,25-390 Ом ± 10% | 1 | |
| R12 | С2-29 В-0,25-10 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R13 | СП5-22-1 Вт-4,7 кОм ± 10% -В | 1 | |
| R14 | С2-29 В-0,25-6,19 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R15 | С2-29 В-0,25-1 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R16 | СП5-22-1 Вт-10 кОм ± 10% -В | 1 | |
| R17 | С2-29 В-0,25-3,01 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R18 | С2-29 В-0,25-10 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| VD1...VD6 | Диод КД 208А | 6 | |
| VD7 | Стабилитрон КС 518А | 1 | |
| VD8 | Стабилитрон Д 818Д | 1 | |
| VD9 | Стабилитрон Д 814Д | 1 | |
| VD10 | Диод КД 208 А | 1 | |
| VT1 | Транзистор КТ829В | 1 | |
| A5 | Блок питания 5,087.282 | 1 | |
| E1 | Лампа КГМ12-10 | 1 | |
| R1 | Резистор СП5-35Б-15 кОм ± 10% | 1 | |
| R2 | Резистор СП5-39Б-15 кОм ± 10% | 1 | |
| VD1 | Фотодиод ФД 288Б | 1 | |
| X1 | Розетка МРН14-1 | 1 | |
| X2 | Розетка СНО 64-48/95x11Р-24-2 | 1 | |
| X3 | Вилка РП10-15 «З» | 1 | |
| X4 | Гнездо контрольное МГК1-1 | 1 | |
| X5 | Розетка МРН14-1 | 1 | |
| X6 | Вилка РШ2Н-1-23М | 1 | |

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов электросхемы блока питания

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечания |
|------------------|--|------|------------|
| A1 | Стабилизатор напряжения + 5 В; 0,5 А 5.123.146 | | |
| | Конденсаторы: | | |
| C1 | K50-35-25 В-470 мкФ | 1 | |
| C2 | K50-35-25 В-220 мкФ | 1 | |
| C3 | K50-35-25 В-2200 мкФ | 1 | |
| C4 | K50-35-25 В-47 мкФ | 1 | |
| C5 | K73-9-100 В-5600 пФ ± 10% | 1 | |
| C6 | K73-9-100 В-5600 пФ + 10% | 1 | |
| C7, C8 | K10-7 В-М750-100 пФ ± 10% | 2 | |
| C9 | K50-35-16 В-220 мкФ | 1 | |
| D1 | Микросхема К 157 УД1 | 1 | |
| | Резисторы: | | |
| R1, R2 | МЛТ-1-1 Ом ± 10% | 2 | |
| R3 | МЛТ-1-200 Ом ± 10% | 1 | |
| R4 | МЛТ-0,25-27 Ом ± 10% | 1 | |
| R5 | МЛТ-0,25-300 Ом ± 10% | 1 | |
| R6 | МЛТ-0,5-560 Ом ± 10% | 1 | |
| R7 | МЛТ-0,25-3 кОм ± 10% | 1 | |
| R8 | C2-29 В-0,25-3,01 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| R9 | СП5-22-1 Вт-4,7 кОм ± 10% -В | 1 | |
| R10 | C2-29 В-0,25-5,11 кОм ± 1% -1,0-Б | 1 | |
| VD1...VD6 | Диод КД208А | 6 | |
| VD7 | Стабилитрон КС515А | 1 | |
| VD8 | Стабилитрон Д818Д | 1 | |
| VT1 | Транзистор КТ829В | 1 | |
| A2 | Стабилизатор напряжения ± 15 В; 0,1 А 5.123.154 | | |
| | Конденсаторы: | | |
| C1, C2 | K50-35-40 В-1000 мкФ | 2 | |
| C5, C6 | K50-35-25 В-100 мкФ | 2 | |

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|----------------------|---|------|------------|
| Резисторы: | | | |
| R1, R2 | МЛТ-1-2 Ом $\pm 10\%$ | 2 | |
| R3, R4 | МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 10\%$ | 2 | |
| R5, R6 | МЛТ-0,25-1,2 кОм $\pm 10\%$ | 2 | |
| R7, R8 | МЛТ-0,25-51 Ом $\pm 10\%$ | 2 | |
| R9—R12 | МЛТ-0,25-820 Ом $\pm 10\%$ | 4 | |
| R13—R16 | СП5-22-1 Вт-3,3 кОм $\pm 10\%$ -В | 4 | |
| VD1, VD2 | Выпрямительный мост КЦ407А | 2 | |
| VD3, VD4 | Стабилитрон ДВ18Д | 2 | |
| Транзисторы: | | | |
| VT1, VT2 | КТ815В | 2 | |
| VT3, VT4 | КТ315Г | 2 | |
| XP1 | Вилка РШ2Н-2-13 | 1 | |
| A3 | Источник питания + 12 В; 0,1 А и 40 В; 0,02 А 5.087.276 | | |
| Конденсаторы: | | | |
| C1 | К50-35-25 В-1000 мкФ | 1 | |
| C2 | К73-9-100 В-1500 пФ $\pm 10\%$ | 1 | |
| C3 | К50-35-100 В-47 мкФ | 1 | |
| C4 | К50-35-25 В-100 мкФ | 1 | |
| Резисторы: | | | |
| R1 | МЛТ-1-1 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R2 | МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R3 | МЛТ-0,5-1 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R5 | МЛТ-1-1 Ом $\pm 10\%$ | 1 | |
| R6 | МЛТ-0,25-510 Ом $\pm 5\%$ | 1 | |
| R7 | МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 10\%$ | 1 | |
| R8, R9 | СП5-22-1 Вт-3,3 кОм $\pm 10\%$ -В | 2 | |
| VD1, VD2 | Выпрямительный мост КЦ 407А | 2 | |
| VD3 | Стабилитрон ДВ18Д | 1 | |
| Транзисторы: | | | |
| VT1 | КТ829В | 1 | |
| VT2 | КТ315Г | 1 | |
| X1 | Вилка РШ2Н-2-13 | 1 | |

| Поз. обозна- чение | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|--------------------------|----------------------------|------|-----------------|
| F1 | Вставка плавкая ВПТ6-7 | 1 | |
| SA1 | Тумблер МТ-3 | 1 | |
| TV1 | Трансформатор 5.700.197 | 1 | |
| X1 | Розетка двухполюсная РД1-1 | 1 | |
| X2 | Вилка ВШц-20-6-01-10/220 | 1 | |
| X3, X4 | Розетка РГ1Н-2-21 | 2 | |
| X5 | Розетка РГ1Н-1-4 | 1 | |
| X6 | Зажим малогабаритный ЗМЗ | 1 | |

