

7.2010

<http://radio-mir.com>

индексы: 48996, 72370 (Роспечать),
24169 (Почта России), 00137 (Белпочта)

радиомир

▶ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ

▶ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УМЗЧ

▶ СТАБИЛИЗАТОР СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

▶ ОХРАНА С СОТОВЫМ ТЕЛЕФОНОМ

▶ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
МАССОВЫЙ ЖУРНАЛ

Контактные телефоны:
в Минске (017) 223-01-10
в Москве (916) 302-24-39.

радиомир

E-mail: rm@radio-mir.com

WWW: <http://radio-mir.com>

220095, РБ, г.Минск-95, а/я 199

Июль

7/2010

RKniga.ru

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ:

В МИРЕ ОЖИВШИХ ЗВУКОВ

- А.ПЕТРОВ.* Широкополосный УМЗЧ 3
- А.ТИМОШЕНКО.* Ламповый двухтактный
усилитель с нетрадиционным питанием 5
- Последовательно или параллельно? 7

Возвращаясь к напечатанному

- №11/09, С.3. А.КОПЫСОВ.* Усилитель
напряжения с активной компенсацией
нелинейности 8

“ТАНЦУЕМ” ОТ ПИТАНИЯ

- Стабилизаторы переменного напряжения 9
- В.КОНОВАЛОВ.* Стабилизатор сетевого
напряжения 10
- Возвращаясь к напечатанному*
№2/10, С.15. Е.П.ЯКОВЛЕВ.
Бестрансформаторный источник
“поддерживающего” питания 13

АВТОМАТИКА ВСЕГДА ПОМОЖЕТ

- Т.РАЛИНКАС.* Термореле для вентилятора 14
- А.КАШКАРОВ.* Охрана с сотовым телефоном 17

АЗБУКА СХЕМОТЕХНИКИ

- К.БОРИСЕВИЧ.* Аналоговые фильтры
для систем сбора данных 19
- Возвращаясь к напечатанному*
№2/10, С.24. Полосовой фильтр для РЧ 22

ИЗМЕРЕНИЯ

- Спутниковая навигация 23
- М.ШУСТОВ.* Функциональный генератор 26
- П.П. БОБОНИЧ.* Приставка к мультиметру “М830”
для измерения индуктивности 27

КОМПЬЮТЕР “ВДОЛЬ И ПОПЕРЕК”

- С.РЮМИК.* Интернет:
покупные и самодельные гаджеты 28

НЕ ТОЛЬКО НОВИЧКУ

- Эволюция компакт-дисков 30
- А.КАШКАРОВ.* Сенсорное управление бра 34
- Е.ПЕРЕВЕРЗЕВ.* Светодиодная лампа
для карманного фонарика 36

СВЯЗЬ ВОКРУГ НАС

- В.ХОДЫРЕВ.* Доработка радиостанции
Motorola TLKRT3 37

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

- Операционные усилители 39
- Химические источники тока 41
- Сверхъяркие светодиоды 44

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЯРМАРКА

- Куплю, продам, обменяю 47

радиомир

КВ и УКВ

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ 7/2010:

ДАТЫ, ФАКТЫ, СОБЫТИЯ

Сообщения о: традиционной ежегодной всемирной конференции по любительской радиосвязи в чрезвычайных условиях (GAREC); российских радиомаяках, работающих с антарктических баз; планируемых DX-экспедициях; специальных позывных, которые будут звучать на любительских диапазонах в 2010 г.; выделении новых любительских диапазонов в Румынии, Эстонии и Португалии; росте популярности соревнований CQ WW DX Contest.

Г.ЧЛИЯНЦ, UY5XE. ПЕРВЫЕ КОРОТКОВОЛНОВИКИ ГРУЗИИ И АРМЕНИИ

Иллюстрированный рассказ о зарождении радиолубительства в Закавказье.

С.ДЁНИН. ИСТОРИЯ В ИМЕНАХ

Очередная статья цикла рассказов о людях, благодаря исследованиям которых человечество получило этот удивительный дар — радио.

И.КАЗАНСКИЙ, UA3FT. БРАВО, РАДИО!

Воспоминания и размышления замечательного журналиста и популяризатора радиолубительства о времени, в котором пришлось жить, и о друзьях-радиолубителях.

УКВ РЕПИТЕРЫ

Рассказ об устройстве УКВ репитеров, используемых ими частотах и правилах работы через эти устройства.

DX-INFO

Информация о: QSL-менеджерах, подробные почтовые адреса редких радиостанций и их менеджеров, достижения участников дипломной программы Russian Districts Award (RDA) и коротковолнников ex USSR по числу подтвержденных стран по списку DXCC.

ПРОГНОЗ ПРОХОЖДЕНИЯ НА КВ

Прогноз на август 2010 г., составленный на середину месяца на основе результатов работы программы IonCap при следующих условиях: минимальный угол возвышения антенны — 5° , мощность передатчика — 100 Вт, вероятность приемлемого качества радиосвязи — 30%, максимально применимая частота (МПЧ) — 50% от максимальной возможной.

А.ЗИНЧЕНКО, RW3VZ. СОРЕВНОВАНИЯ

Календарь соревнований на август и сентябрь 2010 г.; Положения соревнований "JASTA SSTV Activity Contest", "Кубок Донбасса" и "DARC FAX-Contest", а также краткие итоги соревнований "2009 European HF Championship".

ДИПЛОМЫ

Публикуется Положения дипломов "Орск-Евразия", "Прилуки", "Ярославль 1000", "W-36-BR", "Брянск — город воинской славы" и "Имени брянских партизан".

МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ: ГОРНЫЕ ВЕРШИНЫ В MG-03

Короткий рассказ о радиопутешествии, целью которого было представить для соискателей по программе RMA в любительском эфире 4 горные вершины, расположенные в Магаданской области.

АСТРОКАЛЕНДАРЬ

Необходимая радиолубителям информация о минском, киевском и московском времени, долготе дня и фазах Луны в августе.

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ ДЛЯ ТЕХНИКИ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Рассказ о миниатюрном устройстве, собранном на плате размерами 110 x 42 мм, имеющем отличные параметры и широкий набор как рабочих, так и сервисных функций. Синтезатор работает в полосе частот от 12 кГц до 120 МГц, напряжение питания — 9 — 12 В.

В.РУБЦОВ, UN7BV. ТРАНСИВЕР РВП-2004

Продолжение публикации описания конструкции трансивера, который при довольно простой схемотехнике имеет высокие параметры и может быть изготовлен радиолубителем средней квалификации.

В.БЕСЕДИН, UA9LAQ. ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК "БЕКАС-М"

Предлагаемый вниманию читателей приемопередатчик разработан с целью популяризации на УКВ любительской телеграфной радиосвязи, но может также быть полезен для тренировок, работы в сети, испытания антенной техники и т.д. Приемник выполнен по схеме прямого преобразования частоты, передатчик — с умножением частоты кварцевого гетеродина.

Г.АГЛОДИН. ВЫХОДНАЯ КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЛАМПОВЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

Заключительная часть статьи, в которой подробно рассмотрена работа П-контура, по-прежнему широко применяемого в ламповых усилителях мощности любительских радиостанций.

ПРОСТОЙ ПРИЕМНИК ДЛЯ "ОХОТЫ НА ЛИС" В ДИАПАЗОНЕ 80 М

Приемник предназначен для начинающих "охотников на лис" и работает на частоте около 3579 кГц. Частота гетеродина стабилизирована кварцевым резонатором и может перестраиваться в пределах ± 2 кГц. Напряжение питания приемника — 6 В (4 пальчиковых элемента по 1,5 В), потребляемый ток при работе на головные телефоны не превышает 30 мА.

В.КИРСЕЙ, UY0UA. АНТЕННЫ ДВОЙНОГО ПРОДОЛЬНОГО ОТРАЖЕНИЯ

Проблема установки наружных антенн радиолубителями, живущими в городских "многоэтажках", — давняя, и решения этой проблемы в обозримом будущем не предвидится. Вот и приходится многим энтузиастам КВ и УКВ радиосвязи размещать антенны на подоконниках, поджиях и балконах. В публикуемой статье предложены оригинальные подходы к конструированию антенн, предназначенных для работы в "бетонном окружении".

ДАЙДЖЕСТ

Обзор наиболее интересных материалов, опубликованных в мартовских номерах журналов Radio Communication, QST и CQ DL.

ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ

Бесплатные объявления некоммерческого характера о покупке, продаже или обмене радиолубительской аппаратуры и радиодеталей.

Широкополосный УМЗЧ

А. ПЕТРОВ,
г. Могилев.

Вниманию радиолюбителей-меломанов предлагается простой усилитель класса А с применением современных полевых транзисторов (рис. 1). По моему мнению, полевые транзисторы могут работать с минимальными искажениями только в режиме класса А.

нием теплоотводов или применив их принудительное охлаждение.

Я специально привел величину искажений в зависимости от выходной мощности УМЗЧ. Дело в том, что в большинстве транзисторных усилителей звуковой частоты (в том числе, и операционных) наблюдает-

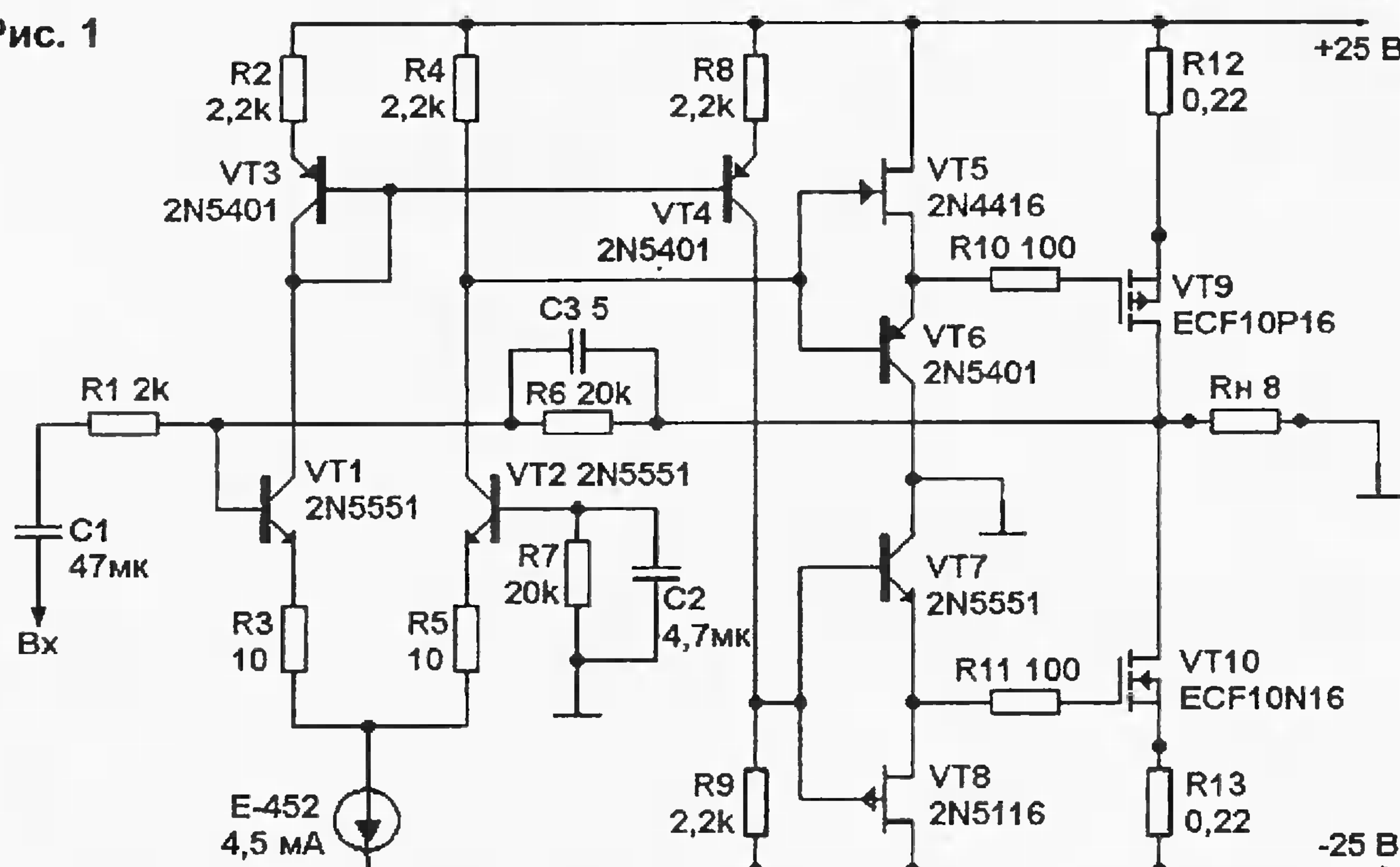
более выгодной точке характеристики (как правило, это выходное напряжение в пределах 3...6 В, при котором "операционник" практически не используется в предварительных усилителях). Для одного из последних "аудиофильских" ОУ типа LM4562 (LM49720, LM49725, LM49860) приводится коэффициент искажений 0,0003% при сигнале 3 В на выходе. А про то, что при выходном напряжении 10 мВ искажения возрастают до 0,01%, как-то не сказано. Или для ОУ NJM4562 в "даташите" указаны искажения 0,003% при напряжении 3 В, а их величина при 50 мВ, равная 0,1%, также не афишируется. Хорошо известный ОУ типа AD797 имеет искажения 0,0003% при выходном напряжении 6 В, а при напряжении 10 мВ — в 100 раз большие (0,03%).

Вот и получается, что большинство транзисторных усилителей удовлетворительно или хорошо "звучат" при выходной мощности, близкой к номинальной, а при малой выходной мощности ощущается дискомфорт. Большую роль в характере звучания имеет также и спектр гармоник. Предлагаемый усилитель практически не имеет гармоник выше второй, вплоть до начала ограничения сигнала на выходе.

По структуре схема напоминает усилитель из [1], только полевые транзисторы дифкаскада заменены на биполярные, а биполярные транзисторы выходного каскада — на полевые и схема дополнена двухтактными буферными каскадами. Усилитель — инвертирующий, отсюда и низкое входное сопротивление. Это накладывает определенные требования на предварительный усилитель: он должен работать с малыми искажениями на указанную нагрузку.

В дифкаскаде в качестве генератора тока использован токостабилизирующий диод типа Е-452. При отсутствии указанного диода можно построить генератор тока по стандартной схеме.

Рис. 1



Технические характеристики УМЗЧ

Номинальная выходная мощность, Вт

- на нагрузке 8 Ом	18
- на нагрузке 4 Ом	36

Входное сопротивление, кОм 2

Чувствительность, В 1,7

Коэффициент усиления, дБ 20

Коэффициент усиления с разомкнутой ООС, дБ 56

Глубина ООС, дБ 36

Полоса пропускания с замкнутой ООС, МГц 1,4

Частота единичного усиления, МГц 18

Коэффициент нелинейных искажений

(только вторая гармоника, $R_n=8$ Ом, $\Delta f=0,02...200$ кГц), %

- при номинальной чувствительности	0,05
- при чувствительности, равной 0,5 от номинальной,	0,025
- при чувствительности, равной 0,25 от номинальной,	0,012
- при чувствительности, равной 0,1 от номинальной,	0,004

Мощность усилителя вполне достаточна для комфортного прослушивания музыки в домашних условиях. Но ее можно увеличить, включив параллельно еще пару выходных транзисторов, повысив напряжения питания с одновременным увеличе-

ся некоторый спад искажений с ростом выходного сигнала вплоть до начала клипирования, а затем происходит их резкий подъем.

Например, для большинства операционных усилителей уровень искажений в рекламных целях указан в наи-

Сигнал снимается с двух плеч дифкаскада. Для подачи сигнала в нижнее плечо усилителя на транзисторе VT4 организован инвертор. В затворы выходных транзисторов сигнал подается через двухтактные буферные повторители на транзисторах VT5...VT8. Выходной каскад, он же второй каскад усиления по напряжению, работает в режиме с общим истоком. Отсюда и рост искажений в 2 раза при работе на нагрузку 4 Ом за счет снижения усиления и, соответственно, глубины ООС на 6 дБ.

На рис.2 показаны АЧХ и ФЧХ усилителя с ООС. График показывает, что фаза выходного сигнала практически неизменна почти до 200 кГц, это, в сочетании с широкополосностью исходного (не охваченного ООС) усилителя, и объясняет низкий уровень искажений в диапазоне частот до 200 кГц. График нелинейных искажений и их спектра при номинальной выходной мощности на частоте 1 кГц показан на рис.3, а при частоте сигнала 200 кГц — на рис.4. Как видно из графиков, прирост искажений на частоте 200 кГц по отношению к частоте 1 кГц отсутствует.

Ну, а теперь посмотрим на те же искажения при сигнале, в 10 раз меньшем (рис.5). Такие же искажения получаются на выходе усилителя и на частоте 1 кГц. При увеличении сигнала, начиная с номинальной мощности 18 Вт, искажения плавно нарастают и достигают 1% (это искажения большинства ламповых усилителей) при мощности 32 Вт (почти в 2 раза большей) и растут далее до клипирования сигнала.

Ток выходных транзисторов для обеспечения класса А (с небольшим запасом) во всем диапазоне выходного напряжения выбран 3,5 А, так как $24 \text{ (В)} / 8 \text{ (Ом)} = 3 \text{ (А)}$. Его можно установить подбором резисторов R2, R4 (рис.1) или с помощью регулируемого генератора тока в дифкаскаде.

В качестве выходных транзисторов можно использовать пары: EC-20N16, EC-20P16; 2SK133, 2SJ48; 2SK1056, 2SJ160; 2SK1539, 2SJ200; 2SK1530, 2SJ201; 2SK2220, 2SJ351; 2SK2221,

Рис. 2

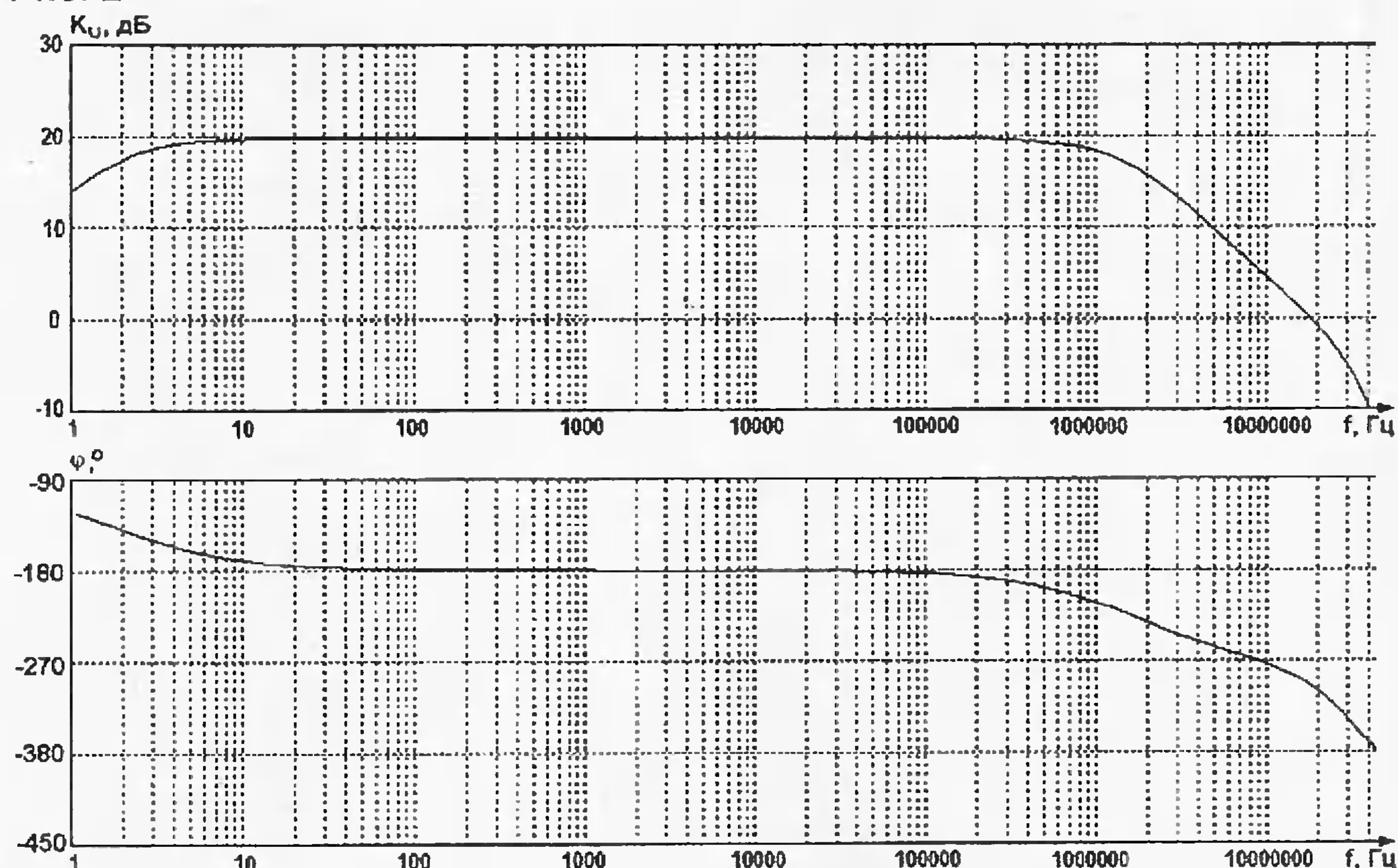


Рис. 3

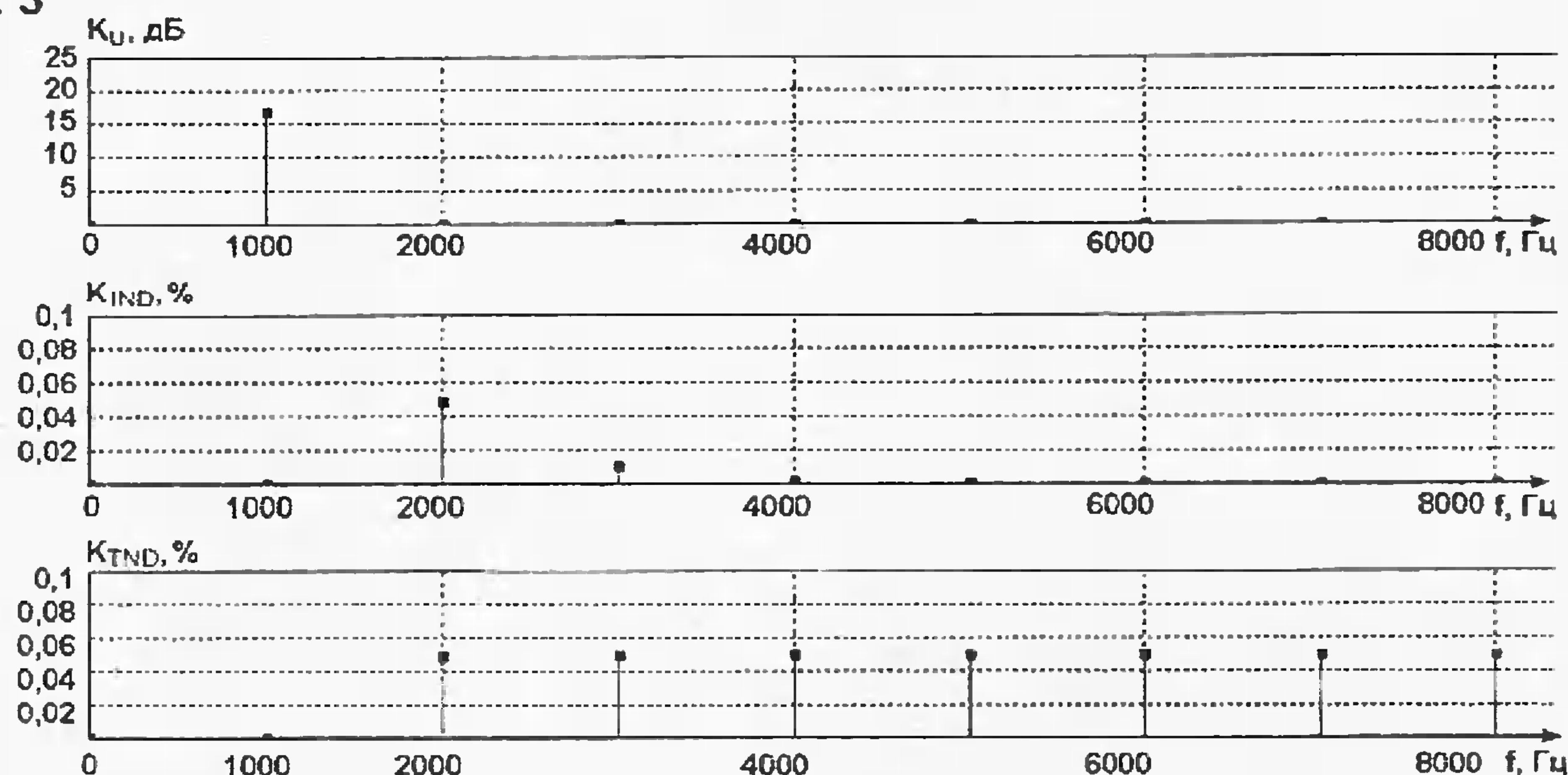
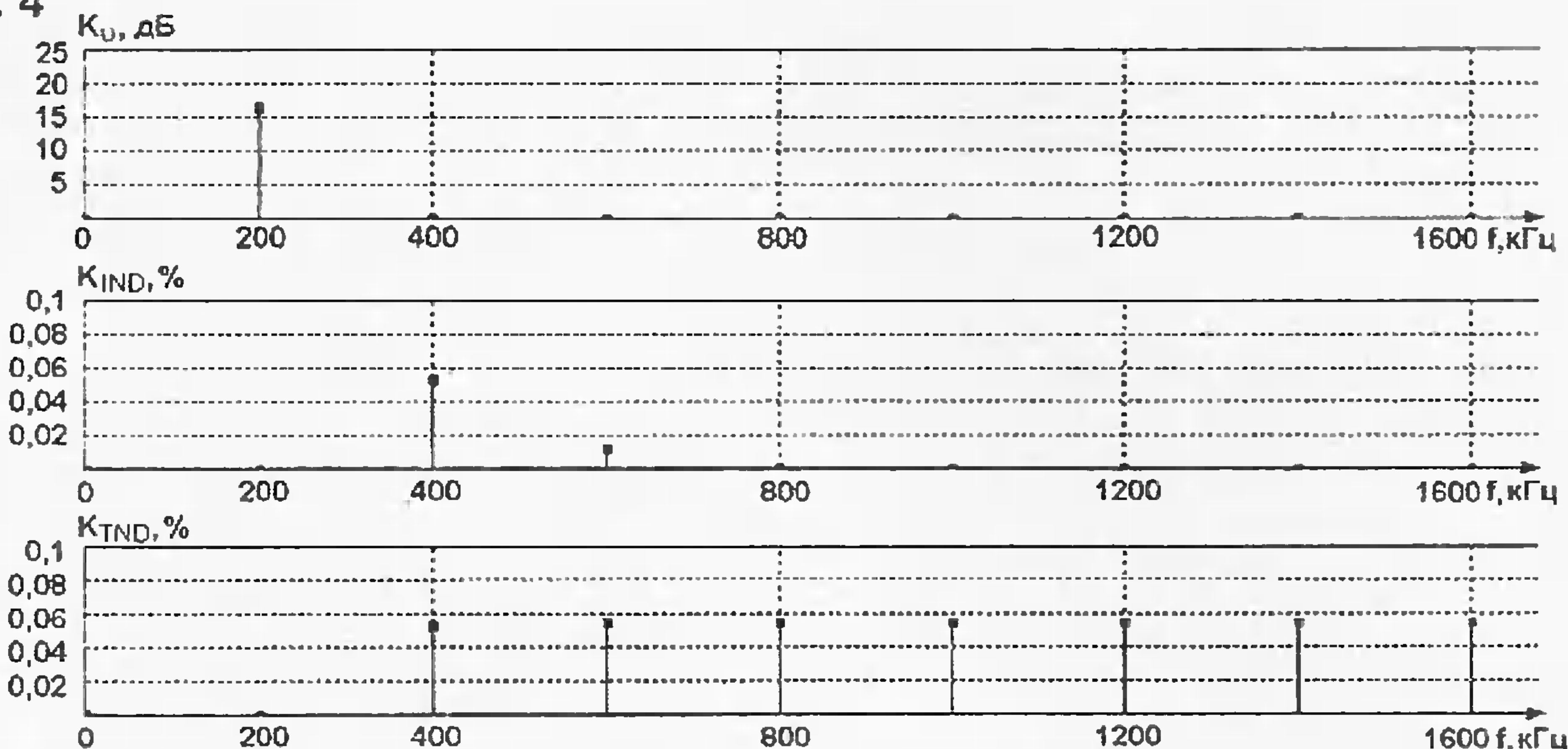
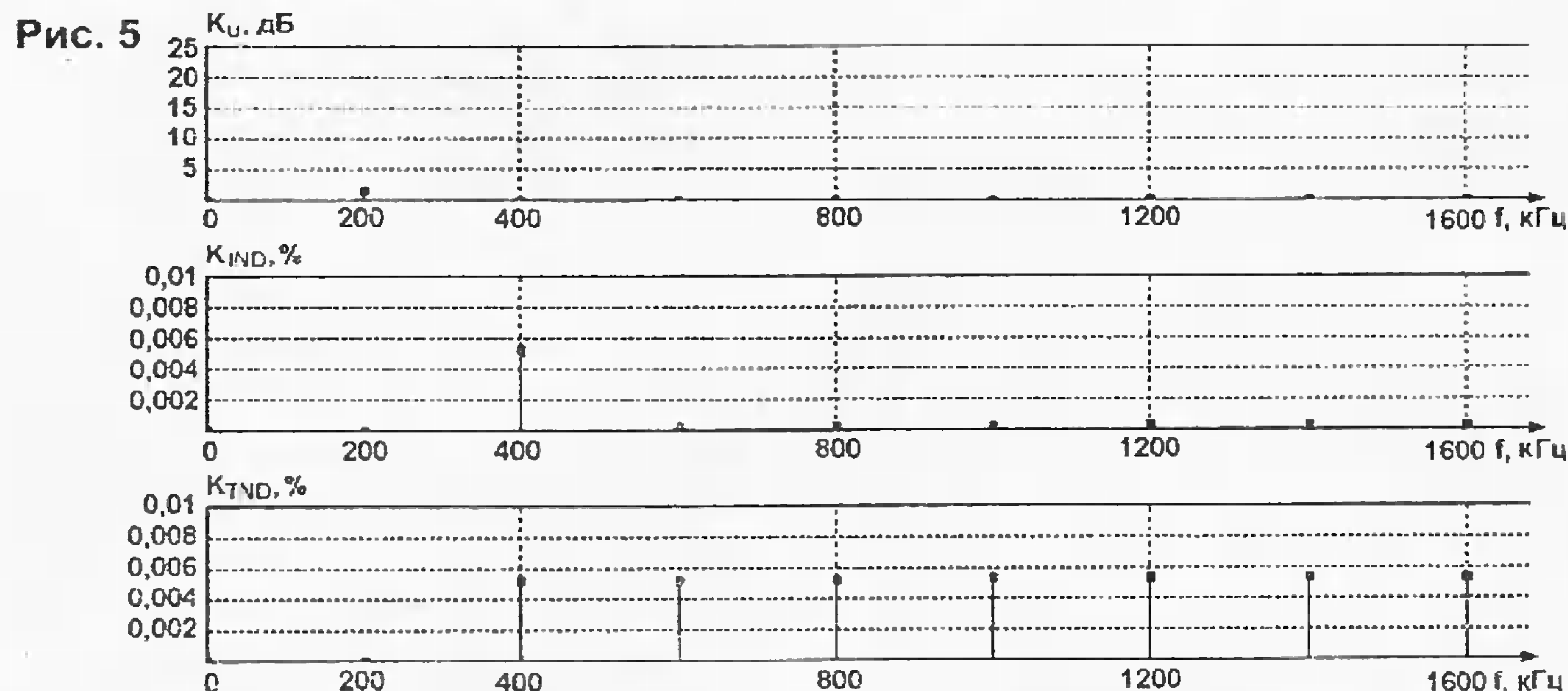


Рис. 4



2SJ352; BUZ900, BUZ905. Перечисленные выше транзисторы — с низким пороговым напряжением открывания (0,1...1,5 В) и относительно небольшой крутизной вольтамперной характеристики. Подойдут

также широко распространенные IRFP240, IRFP9240; IRF640, IRF9640; IRF540, IRF9540. Вторая группа транзисторов имеет порог открывания 2...4 В и более высокую крутизну. Вместо 2N5401 и 2N5551 можно



использовать КТ6116, КТ6117 и другие.

К полевым транзисторам типа JFET предъявляются следующие требования: напряжение отсечки должно быть, как минимум, больше 1 В, а начальный ток стока — в пределах 5...25 мА. Желательно под-

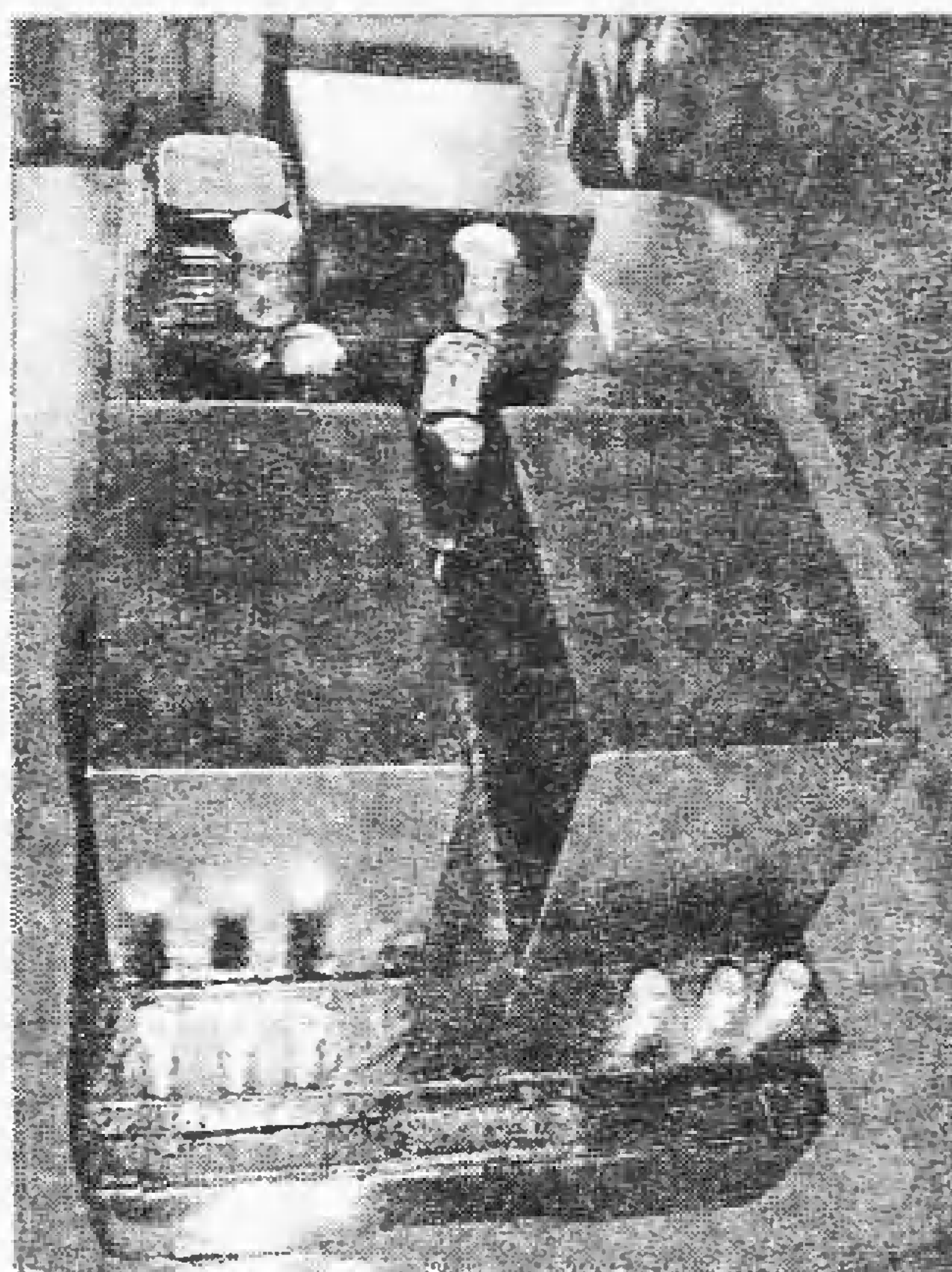
бирать пару транзисторов так, чтобы при напряжении сток-исток 3 В и напряжении затвор-исток 0,6 В ток стока транзисторов был примерно одинаков — в пределах 3...12 мА.

Транзистор 2N4416 можно заменить на 2N5459, 2N5456, 2N5486, 2N3819, 2N4222, а транзистор

2N5116 — на 2N5462, 2N2499, 2N3331, 2N2609, 2N3382, 2N3384 и другие. При более высоком напряжении питания транзисторы VT6, VT7 желательно заменить на более мощную комплементарную пару, например, на КТ814 и КТ815, или на широко распространенную пару BD139, BD140, или на аналогичные. Для хорошей термостабилизации выходного каскада токостабилизирующий диод Е-452 необходимо установить на теплоотвод. Конденсатор С3 подбирают по максимально плоской характеристике в конце рабочего диапазона под конкретные выходные транзисторы.

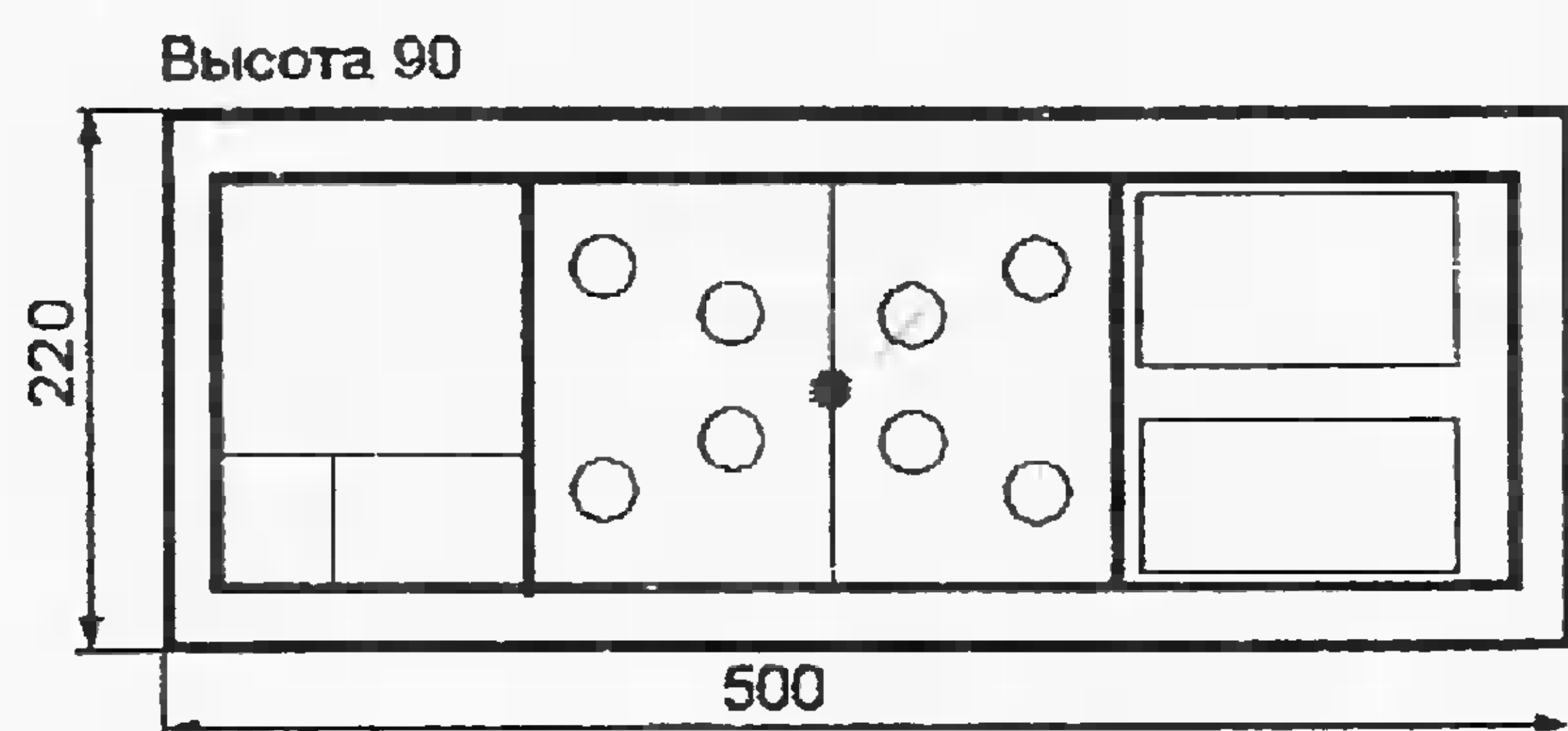
Литература

1. А.Петров. Усилитель "молодого" радиолюбителя. — Радиомир, 2009, №5, С.6



Конструктивно усилитель выполнен в виде ящика с габаритами 220x500x90 мм. Материал кор-

Рис. 6



Ламповый двухтактный усилитель с нетрадиционным питанием

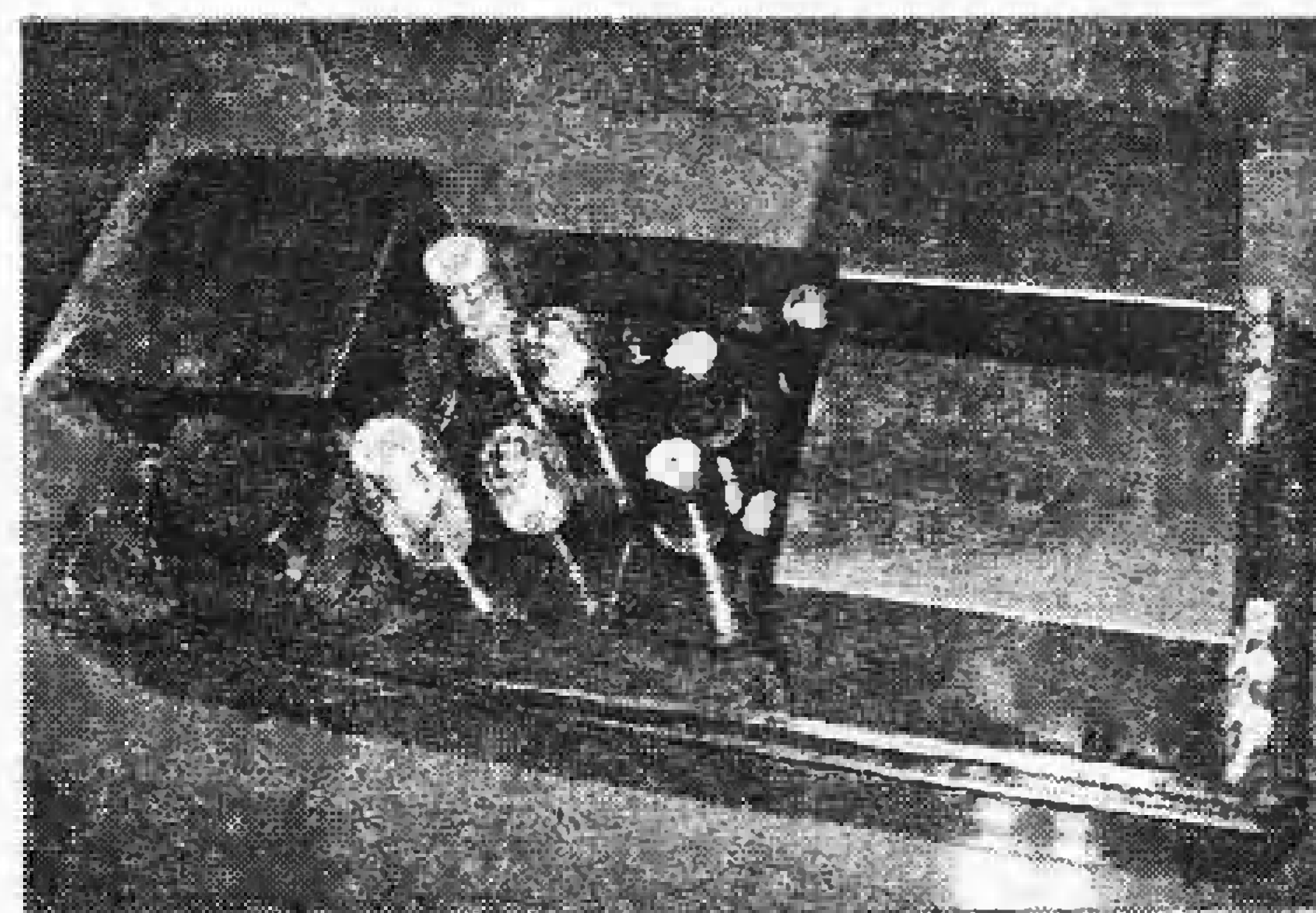
(Окончание. Начало в №6/10)

пуса — древесина, покрашенная автомобильной краской из аэрозольного баллончика. Схема расположения элементов конструкции в нем представлена на рис.6. Лампы усилителя выведены наружу. Силовой и выходные трансформаторы разнесены в противоположные стороны корпуса, между ними — лампы (рис.7). Дроссель блока питания расположен рядом с силовым трансформатором, его об-

мотка защищена декоративным металлическим кожухом. Каждый из выходных трансформаторов помещен в индивидуальный чехол из поликарбоната, обработан шпатлевкой и покрашен. В итоге получились вполне краси-

вые чехлы. Пространство между чехлом и трансформатором залито парафином (вполне допустимо применить и воск). Собранный блок (чехол и трансформатор) закреплен на корпусе усилителя при помощи эпоксидной смолы. В местах прохода проводников трансформаторов в корпусе сверлятся отверстия.

Рис. 7



Конденсаторы фильтров питания максимально удалены от силового трансформатора и расположены в пространстве под выходными трансформаторами. Выводы деталей, по схеме идущие к "земле", соединены проводниками минимальной длины по топологии "звезда" и сведены в точки, показанные на рис.1. Монтаж усилителя — навесной (без печатных плат). Сетевой выключатель расположен рядом с силовым трансформатором, чтобы минимизировать длину сетевого провода внутри корпуса.

В выходных трансформаторах в качестве магнитопровода использован сердечник от трансформатора ТС-70. Применяя его, мы добиваемся нижней частоты воспроизведения 25 Гц (по уровню -3 дБ). Выходные трансформаторы рассчитаны по методике, приведенной в [7]. Приведу основные фрагменты расчета:

- коэффициент трансформации n :

$$n = \sqrt{\frac{R_H}{R_a \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{8}{10000 \cdot 0,85}} = 0,031;$$

- индуктивность первичной обмотки L_1 на нижней рабочей частоте 30 Гц (по уровню -3 дБ):

$$L_1 = \frac{159 \cdot R_a}{f_H} = \frac{159 \cdot 10}{30} = 53 \text{ (Гн)};$$

- длина средней магнитной силовой линии ℓ_c , исходя из геометрических размеров сердечника:

$$\begin{aligned} \ell_c &= 2h + 2b + 0,5\pi u_1 = \\ &= 2 \cdot 10,4 + 2 \cdot 6,4 + 3,14 \cdot 2 = 39,88 \text{ (см)}; \end{aligned}$$

- число витков первичной обмотки w_1 :

$$\begin{aligned} w_1 &= 450 \cdot \sqrt{\frac{L_1 \cdot \ell_c}{Q_c}} = 450 \cdot \sqrt{\frac{53 \cdot 39,88}{14,124}} = \\ &= 5100 \text{ (витков, с отводом от середины)}; \end{aligned}$$

- число витков вторичной обмотки w_2 :

$$w_2 = n \cdot w_1 = 5100 \cdot 0,031 = 160 \text{ (витков)};$$

- диаметр провода первичной обмотки d_1 :

$$d_1 = 0,025 \cdot \sqrt{I_0} = 0,025 \cdot \sqrt{70} = 0,2 \text{ (мм)};$$

- диаметр провода вторичной обмотки d_2 :

$$d_2 = 0,8 \cdot \frac{d_1}{\sqrt{n}} = 0,8 \cdot \frac{0,2}{\sqrt{0,031}} = 0,9 \text{ (мм)}.$$

Трансформатор состоит из двух одинаковых катушек. Каждая из них содержит по 4 секции первичной и две секции вторичной обмоток. Каждая из секций первичной обмотки имеет 850 витков медного провода соответствующего диаметра, каждая из вторичных секций — 40 витков. Межслойная изоляция — конденсаторная бумага, что бы там про нее ни говорили. Мотать нужно очень плотно, так как окно магнитопровода невелико.

Трансформаторы намотаны с учетом рекомендаций, приведенных в [7, 10]. Все секции обмоток соединены последовательно. После намотки катушки (без магнитопровода) следует проварить в воске или парафине в течение 4...5 часов.

Каждый из выходных трансформаторов после сборки также проварен в воске и заключен в индивидуальный чехол из поликарбоната. Размеры чехлов — 130x85x110 мм. Пространство между трансформатором и чехлом также заполнено воском (не беспокойтесь, во время работы усилителя воск не плавится!). Неровности на месте спаев чехлов замазываются шпатлевкой, сушатся и шлифуются мелкозернистой наждачной бумагой. Готовые чехлы красятся из аэрозольного баллончика. После такой обработки даже на полной мощности трансформаторы "молчат".

Настройка усилителя заключается, в основном, в балансировке фазоинвертора. Регулировкой переменного резистора R11 (рис.1) добиваются равенства переменных напряжений на анодах триодов при синусоидальном сигнале на входе усилителя. Далее на вход подают прямоугольный сигнал и подбором конденсаторов C3 и C4 (лучше на время настройки заменить их конденсаторами переменной емкости) добиваются наилучшей формы прямоугольника на выходе каскада.

Затем настраивается оконечный каскад. Очень важно не ввести выходной трансформатор в насыщение. Поскольку этот каскад — двухтактный, необходимо установить равные токи в каждом плече. Регулировкой

резисторов R14 и R15 выставляются равные анодные токи. Резистором обратной связи R16 добиваются наиболее устойчивой работы на максимальной громкости (по басу).

Данный выбор ламп (в своем усилителе я использовал даже неподобранные пары ламп 6П6С) позволил создать весьма чувствительный усилитель, который при громком воспроизведении музыки "не забывает" передавать ее тихие нюансы, что весьма ценно. При прослушивании была использована акустика сопротивления 8 Ом и чувствительностью 91 дБ — "Ultimate Stage TR36". С ней усилитель показал потрясающие результаты: звуковая картина была панорамной, масштабной, несмотря на достаточно большое расстояние между колонками (более 3 м). Особенно порадовал бас, даже не пришлось "накручивать" его с помощью темброблока на источнике сигнала. Подобная аудиосистема вполне самодостаточна и без сабвуфера. Прослушивание тестовых композиций вполне это подтвердило.

В устройстве отсутствует регулятор громкости. После многих экспериментов с переменными резисторами, в том числе, с резисторами фирмы ALPS, получить удовлетворительные результаты не удалось. Некоторые резисторы при равном угле поворота ручки регулятора давали разную громкость в каналах усилителя, а большинство заметно влияли на звук. Поэтому регулировка громкости осуществлялась в источнике сигнала. Только тогда звучание стереосистемы стало безукоризненным.

Максимальная выходная мощность усилителя составляет 10 Вт, но я снял характеристики при уровне выходного сигнала, обычного для эксплуатации при нагрузках 8 и 4 Ом. Данные измерений после часового прогрева усилителя приведены для нагрузки 4 Ом на рис.8, а АЧХ в низкочастотной области отдельно представлена на рис.9 (уровень при частоте 1 кГц принят за ноль). Измерения проводились по методике из [11].

Рис. 8

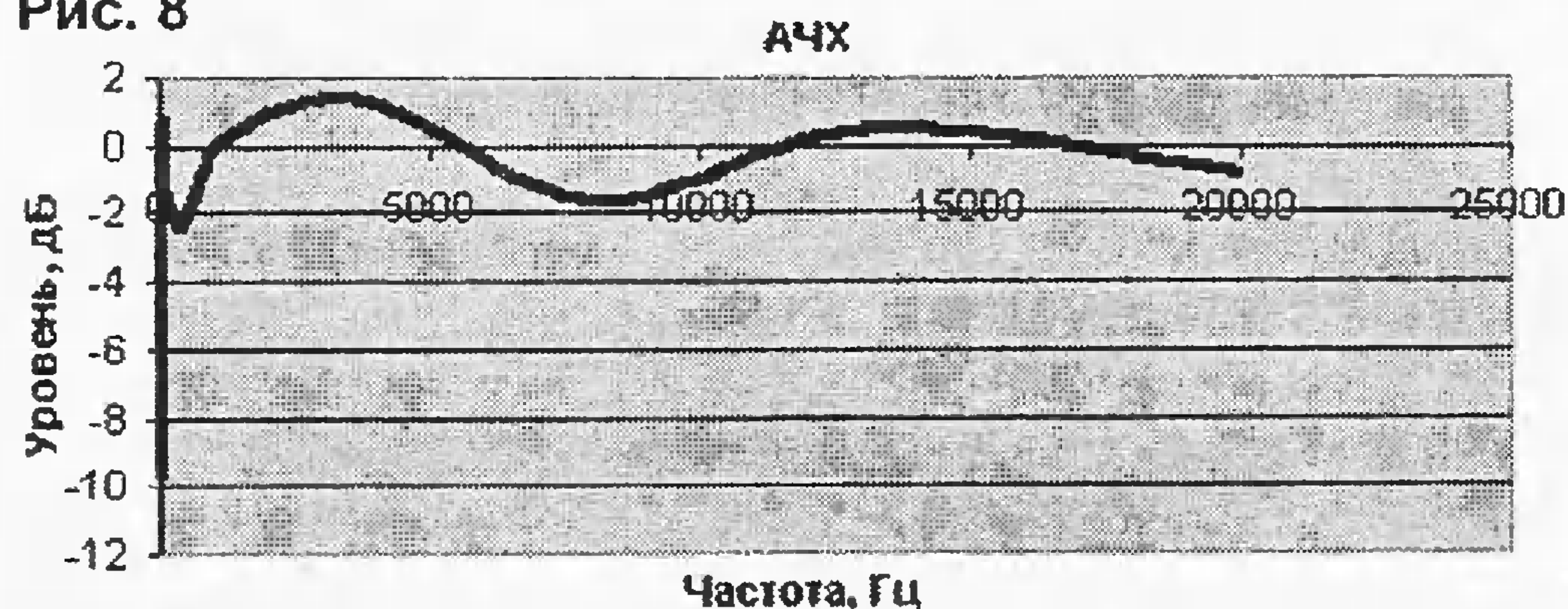
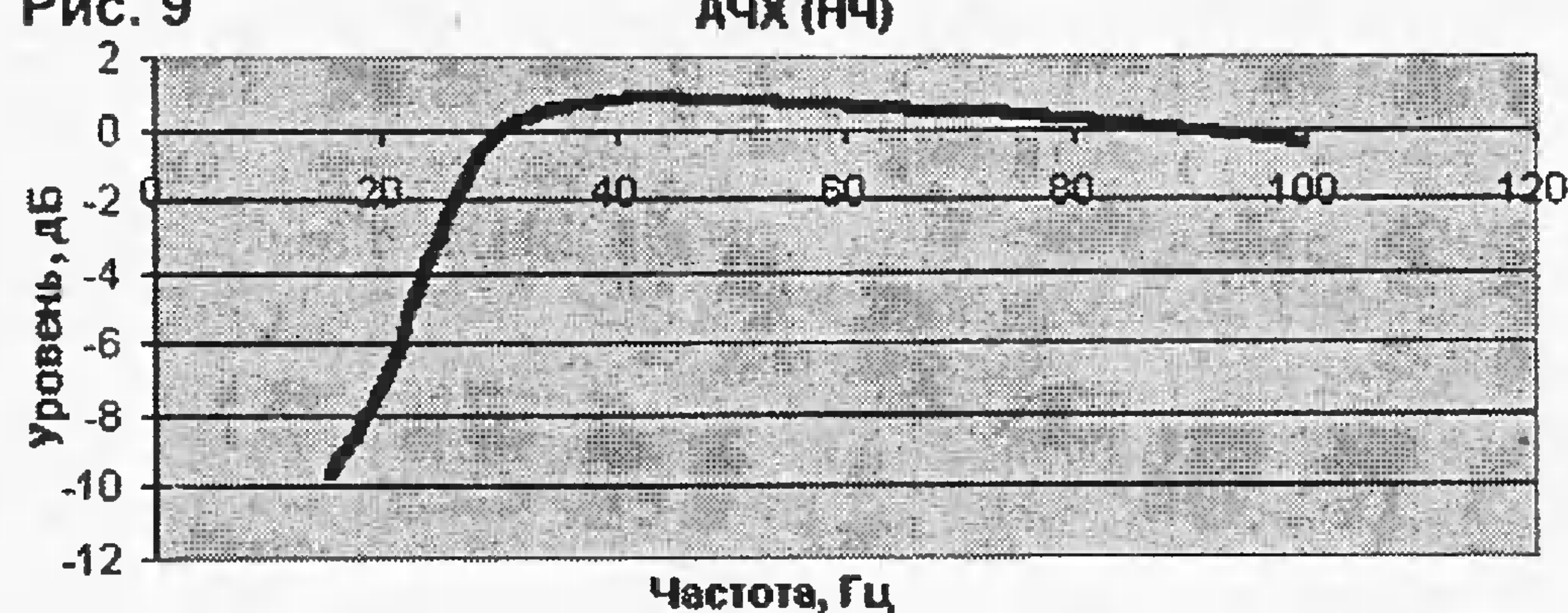


Рис. 9



Источники информации

1. http://www.istok2.com/scan/629_1.gif (электронный ресурс) 6П6С.
2. http://klausmobile.narod.ru/td/data/_6n9s.GIF (электронный ресурс) 6Н9С.
3. А.Торрес. Двухкаскадный одноконтный на 6С33С без обратных связей. — Радиолюбби, 2006, №1.
4. Г.Ранкин. Одноконтный усилитель на лампе Г-807. — Вестник АРА, №2.

5. Трошкин. Фазоинверторы. — CLASS A, 1997, апрель.
6. И.Кушманов. Фазоинверсные схемы в усилителях низкой частоты. — Радио, 1953, №4.
7. Торпкин М.В. Ламповый Hi-Fi усилитель своими руками. — С.-Пб.: Наука и техника, 2006, С.272.
8. Nobu K. Shishido. Transformer Coupled WE-300B, Single-Ended Amp. — Glass Audio, 1997, №3, Vol.9.

9. А.Дмитриев. Оценка влияния переходных конденсаторов на звучание усилителя. — Вестник АРА: Специальный выпуск, С.15.
10. А.Тимошенко. Особенности выходного трансформатора лампового УМЗЧ. — Радиомир, 2009, №9, С.8.
11. Ю.Пахомов. Основные параметры усилителя НЧ и их измерение. — Радио, 1974, №4, С.51.

Последовательно или параллельно?

Усилители звуковых частот рассчитаны на определенное сопротивление нагрузки. Особенно это касается ламповых УМЗЧ, но и транзисторные обеспечивают заявленные технические характеристики в достаточно узком диапазоне нагрузок. При конструировании групповых излучателей или при необходимости подключения нескольких громкоговорителей к одному УМЗЧ необходимо учитывать получающееся эквивалентное сопротивление.

Понятно, когда громкоговорители соединены в **последовательную цепочку** (рис.1), сопротивление нагрузки $Z_{общ}$ возрастает. Оно складывается из эквивалентных сопротивлений головок Z_i и рассчитывается по формуле:

$$Z_{общ} = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n. \quad (1)$$

Обычно увеличение сопротивления нужно для снижения выходных показателей усилителя. В частности, при установке тыловой динамика центрального канала в домашнем кинотеатре, которые играют вспомогатель-

ную роль, значительных мощностей от усилителя им не требуется. В принципе, последовательно можно соединить сколько угодно динамиков, однако $Z_{общ} > 16$ Ом нежелательно, поскольку усилителю будет трудно их "раскачать" (упадет выходная мощность).

Главное, соблюдать фазировку головок, чтобы их диффузоры всегда двигались в одну сторону (синфазно). На клеммах современных головок обычно указывают маркировку "+" и "-", но на старых ее может не быть. В этом случае проще всего взять батарейку напряжением 4,5...9 В и, кратковременно касаясь ее контактами клемм головки, наблюдать, в какую сторону при этом "идет" диффузор. Остается только пометить клеммы одинаковым образом у всех головок.

При **параллельном соединении** громкоговорителей (рис.2) сопротивление нагрузки уменьшается пропорционально количеству динамиков. Соответственно возрастает выходная мощность УМЗЧ. Число громкоговорителей ограничено способностью усилителя работать на низких

нагрузках. В большинстве случаев мощные усилители вполне справляются с нагрузками в 2 Ом. Общее эквивалентное сопротивление нагрузки $Z_{общ}$ в этом случае рассчитывается по формуле:

$$1/Z_{общ} = 1/Z_1 + 1/Z_2 + \dots + 1/Z_n. \quad (2)$$

Для двух головок она преобразуется к виду:

$$Z_{общ} = Z_1 \cdot Z_2 / (Z_1 + Z_2). \quad (3)$$

Комбинируя описанные способы соединения динамиков, т.е. используя **параллельно-последовательное соединение** (рис.3), можно в широких пределах варьировать эк-

Рис. 1

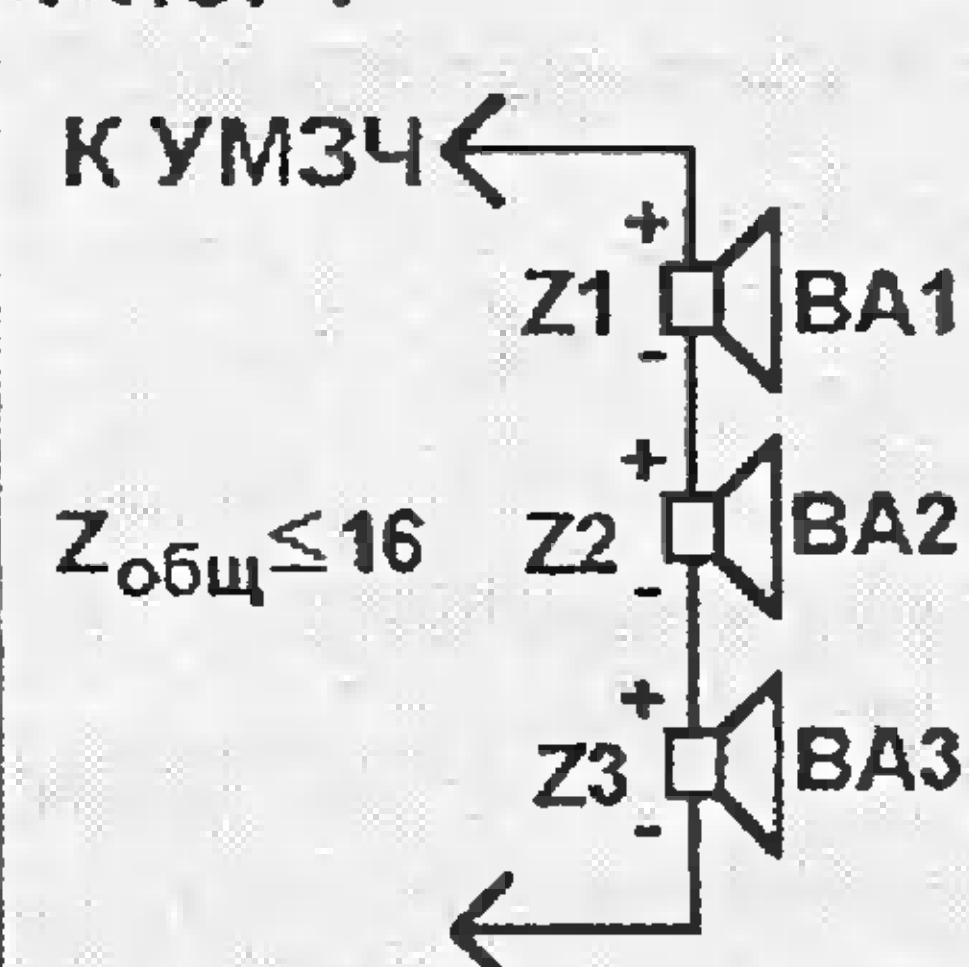
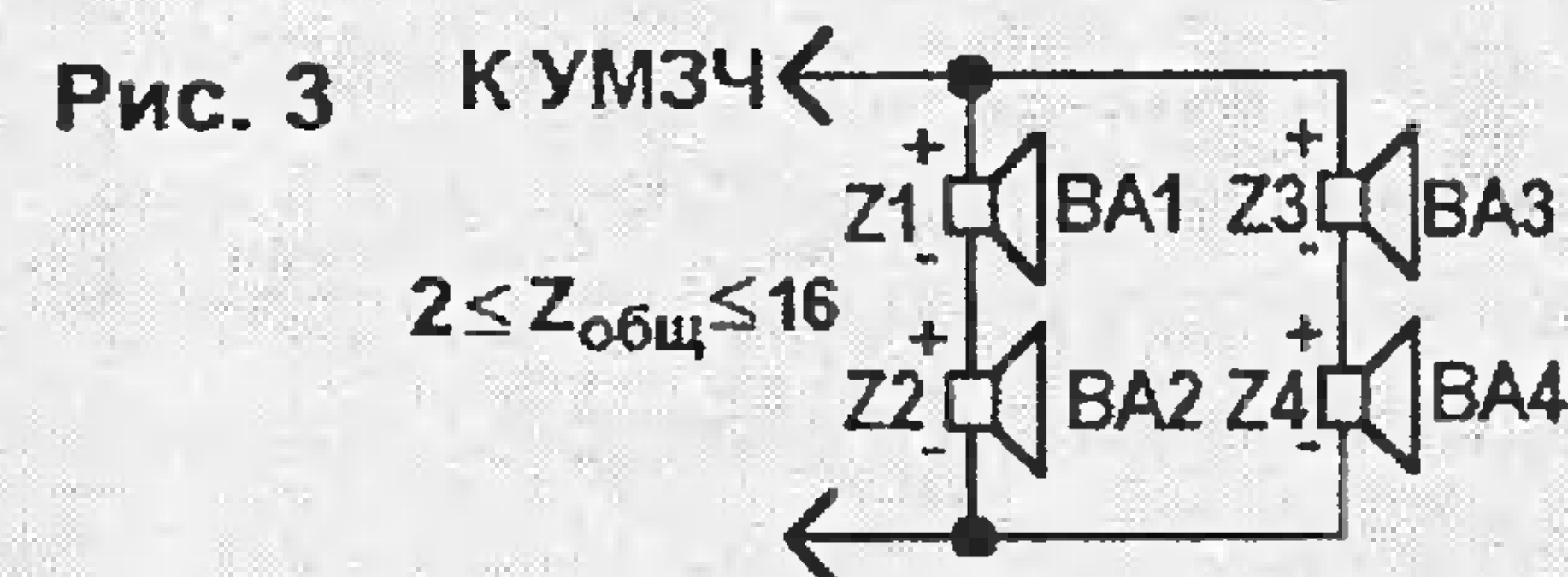
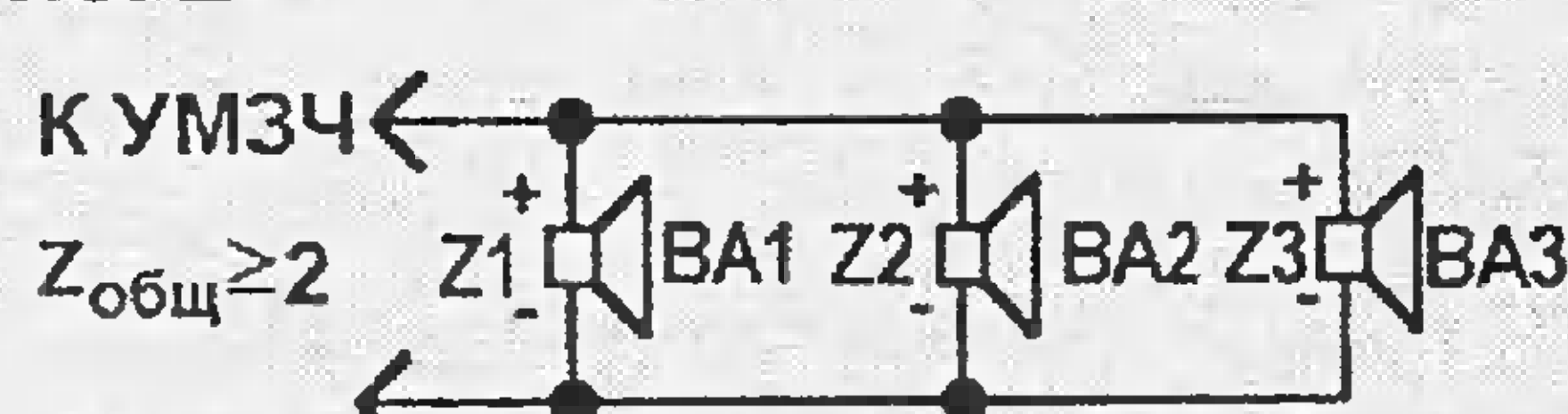


Рис. 2



вивалентное сопротивление нагрузки $Z_{общ}$ и подбирать его под оптимальные параметры УМЗЧ. Расчет $Z_{общ}$ производится поэтапно: сначала рассчитывается сопротивление последовательных ветвей, а затем параллельных.

Источники информации

1. <http://www.chem.net>
2. <http://audiportal.su>

Материал подготовил В.Новиков.

Возвращаясь к напечатанному
(№11/09, С.3)

А.КОПЫСОВ,
д.Климушкино Костромской обл.

Усилитель напряжения с активной компенсацией нелинейности

В попытках доказать себе, что твердотельная электроника может давать звук не хуже, чем ламповая, я как-то совсем отошел от ламп. Но вот появилась идея заменить в усилителе напряжения усилительный транзистор VT6 KT940A на лампу 6Н23П. При этом не потребовалось вводить никакие дополнительные элементы. Просто удалил транзистор, установил с помощью кронштейна панельку с лампой на плате и подключил короткими проводами анод к точке коллектора, сетку — к базе и катод — к эмиттеру. Ток покоя оставил таким же, как был у транзистора (около 3 мА). При необходимости можно отрегулировать напряжение на аноде изменением сопротивления резистора R21. Естественно, на лампу подал и напряжение накала (6,3 В).

Переделке я подвергнул один канал усилителя напряжения, а другой оставил без изменений — для сравнения. Прослушивание показало, что в данной схеме и лампа, и транзистор звучат практически одинаково. Причем лампа в этой схеме дает “лучший звук” по сравнению с той же лампой в классическом каскаде SRPP. Более точная передача тембров, очевидно, связана с подавлением второй гармоники, которой “грешат” все одноконтурные ламповые каскады.

Из этого можно сделать вывод, что транзисторная схемотехника позволяет повысить линейность электронных ламп, а сочетание каскодного источника тока в аноде и активного компенсатора нелинейности в

катоде дают такой же эффект линеаризации, как и на транзисторе.

А вот попытка замены составного эмиттерного повторителя на ламповый катодный повторитель дала отрицательный результат: возросли гармонические искажения. Недаром среди аудиофилов-“лампадников” не принято использовать катодные повторители в высококачественной звукотехнике. Зато эмиттерные повторители применяются в подавляющем большинстве схем усилителей звука.

Автором из [1] проведено виртуальное исследование выходных каскадов УМЗЧ в виде эмиттерного повторителя и трех вариантов по схеме Шиклаи. Отмечено, что лучшей проходной характеристикой обладает схема Шиклаи со 100% ООС. А если изменять распределение тока между комплементарными транзисторами путем регулировки сопротивления в коллекторе первого транзистора, то можно в некоторых пределах регулировать линей-

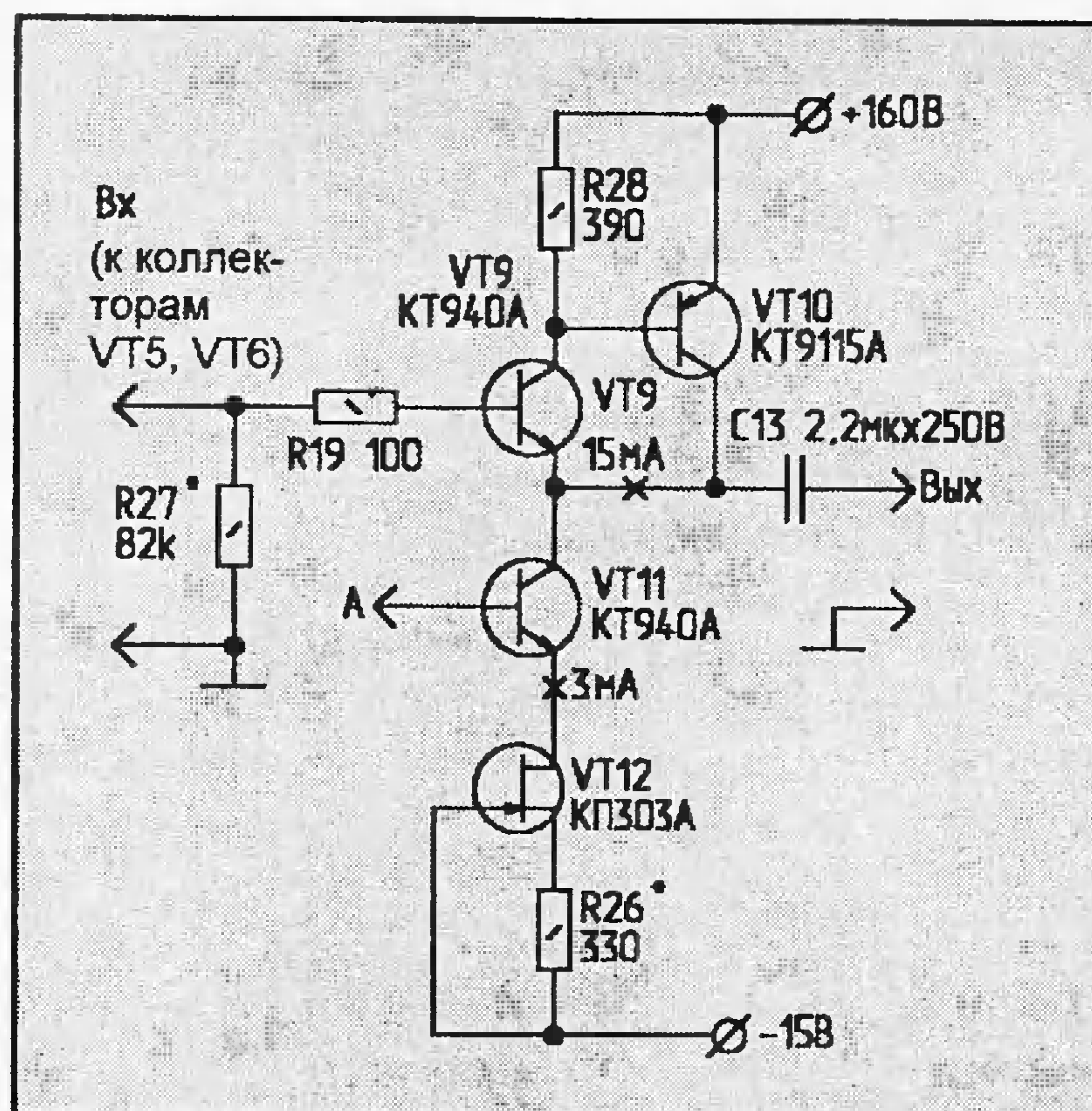
ность такого каскада. Лучшая линейность достигается при равномерном распределении тока между транзисторами.

Используя эти результаты, я заменил в выходном повторителе два транзистора по схеме Дарлингтона на два комплементарных (VT9 KT940A и VT10 KT9115A) по схеме Шиклаи со 100% ООС, а резистор R28 в коллекторе VT9 подобрал таким, чтобы на каждый транзистор приходилась примерно половина тока покоя, задаваемого источником тока VT12, VT11 (рис.1 в статье). Монтаж транзисторов произведен навесным способом без изменения платы, резистор R28 установлен со стороны печатных проводников. Для снижения уровня шума дополнительно введена резистивная нагрузка усилительного транзистора VT6 — резистор R27, сопротивление которого подбирается по минимуму шума. Он также устанавливается со стороны печатных проводников.

Прослушивание усилителя напряжения с измененным выходным повторителем подтвердило выводы о существенно лучшей линейности схемы Шиклаи по сравнению с эмиттерным повторителем по Дарлингтону. Все это дает повод задуматься и о модернизации выходных усилителей тока, выполненных в виде эмиттерных или истоковых повторителей.

Литература

1. С.Рубальский. Быстродействующий УМЗЧ со сверхнизкими искажениями. — Радиолюбитель, 2006, №2, С.58.



Стабилизаторы переменного напряжения

(Окончание. Начало в №№4-6/10)

Схема релейно-трансформаторного стабилизатора изображена на рис.13. В ней используется ступенчатая регулировка выходного напряжения путем подключения вольтодобавочных обмоток IV, V, VI трансформатора Т1. Если сетевое напряжение ниже нормы, напряжения этих обмоток включаются в фазе с сетевым и увеличивают выходное на-

значениями сетевого напряжения для срабатывания компараторов являются 250 В, 240 В, 230 В, 210 В, 200 В и 190 В. Разница уровней срабатывания компараторов составляет 10 В, т.е. примерно 5% сетевого напряжения. Уровни срабатывания компараторов DA5 и DA6 отличаются на 20 В (зона регулирования — $220 \text{ В} \pm 5\%$).

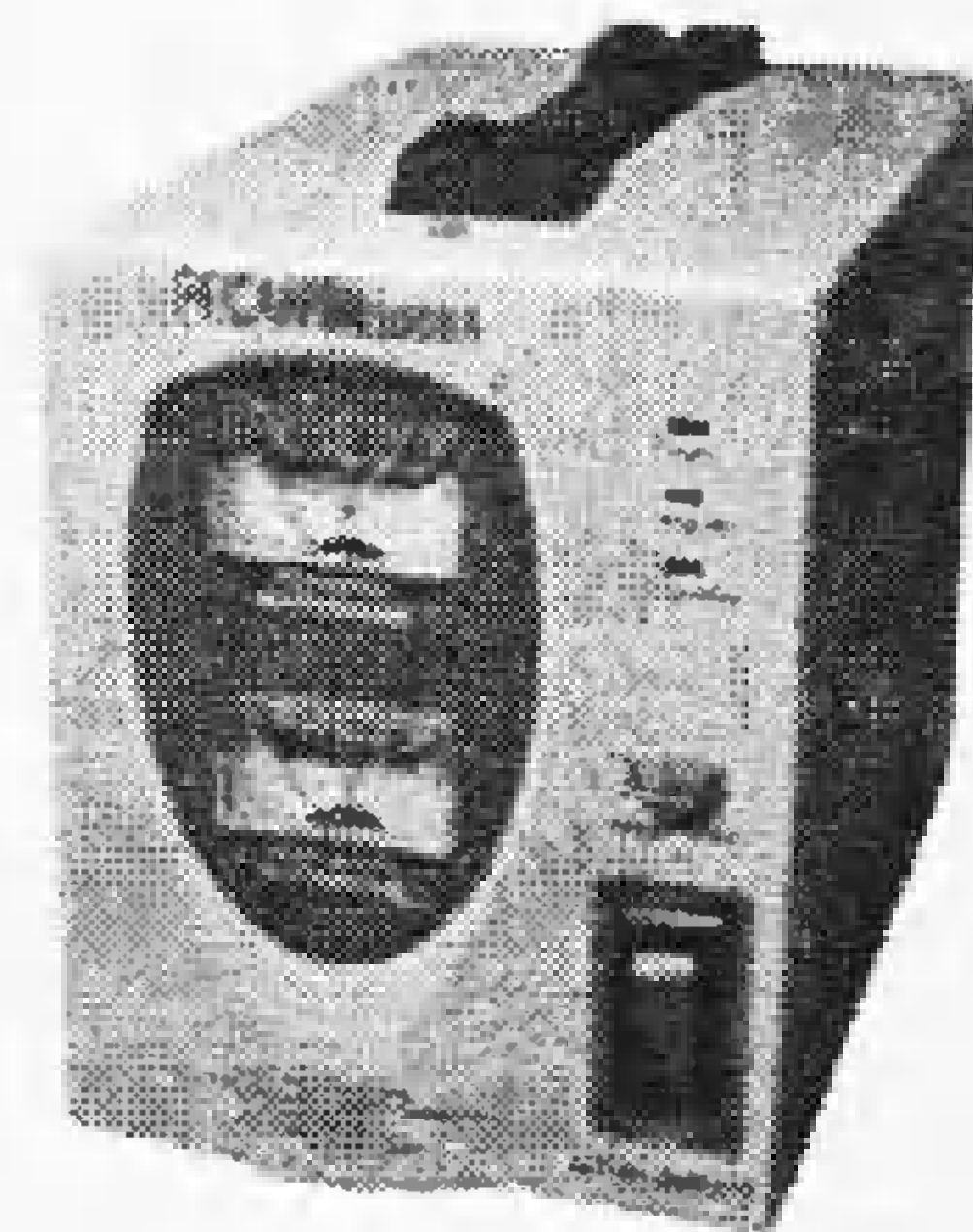
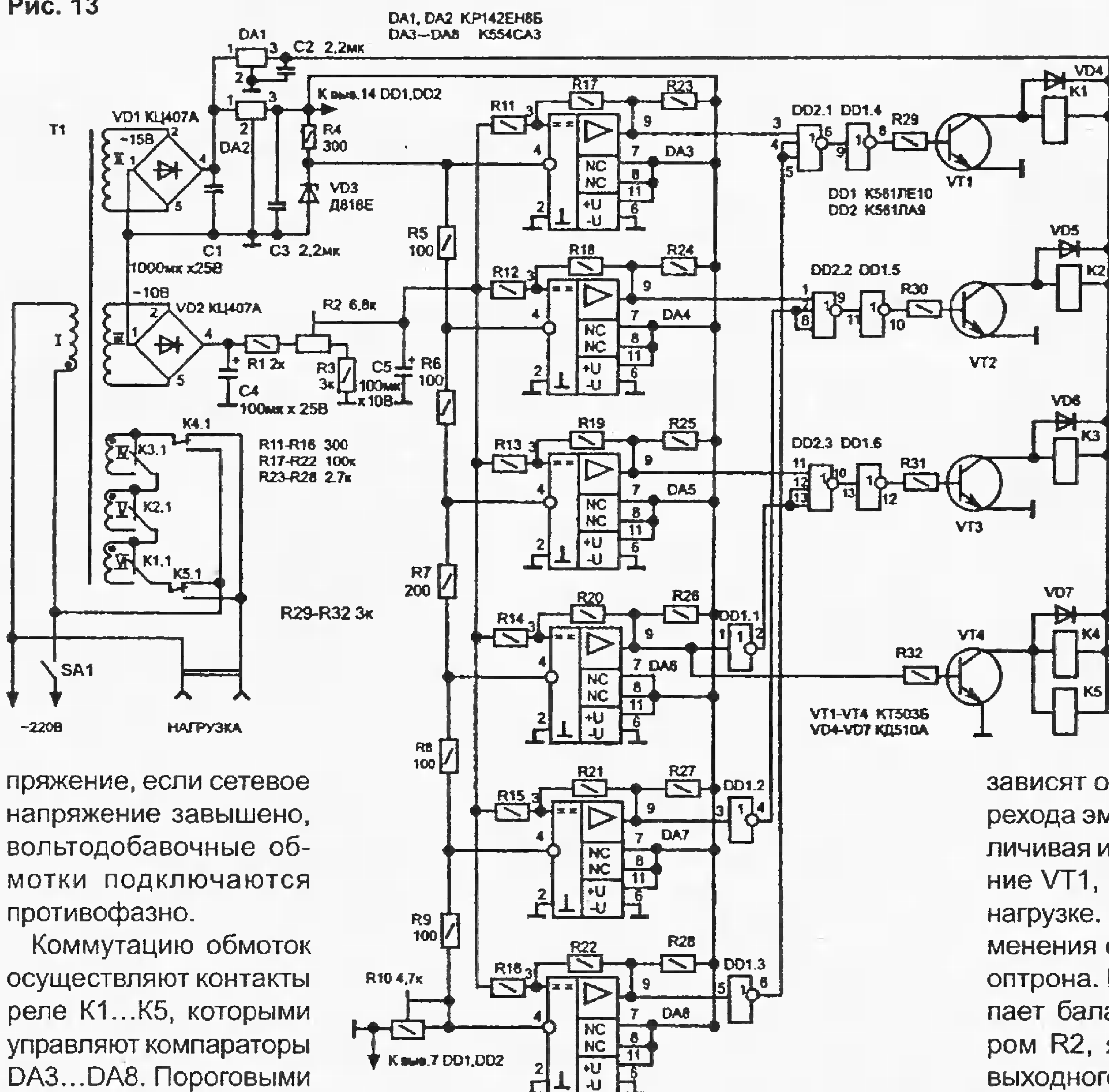


Схема стабилизатора переменного напряжения, предназначенного для поддержания напряжения на активной нагрузке (лампочке, нагревателе и т.п.), показана на рис.14. Она отличается тем, что обратная связь по напряжению осуществляется с помощью резисторного оптрона. За счет инерционности лампочки, входящей в оптрон VU1, достигается гистерезис срабатывания, обязательный в схемах с обратной связью. Без гистерезиса в схеме могут происходить релаксационные колебания, и лампочка HL1, которая является нагрузкой, будет мерцать.

В момент включения сетевое напряжение, ограниченное резистором R4, поступает на диодный мост VD1...VD4. На нагрузке напряжение

Рис. 13



пряжение, если сетевое напряжение завышено, вольтодобавочные обмотки подключаются противофазно.

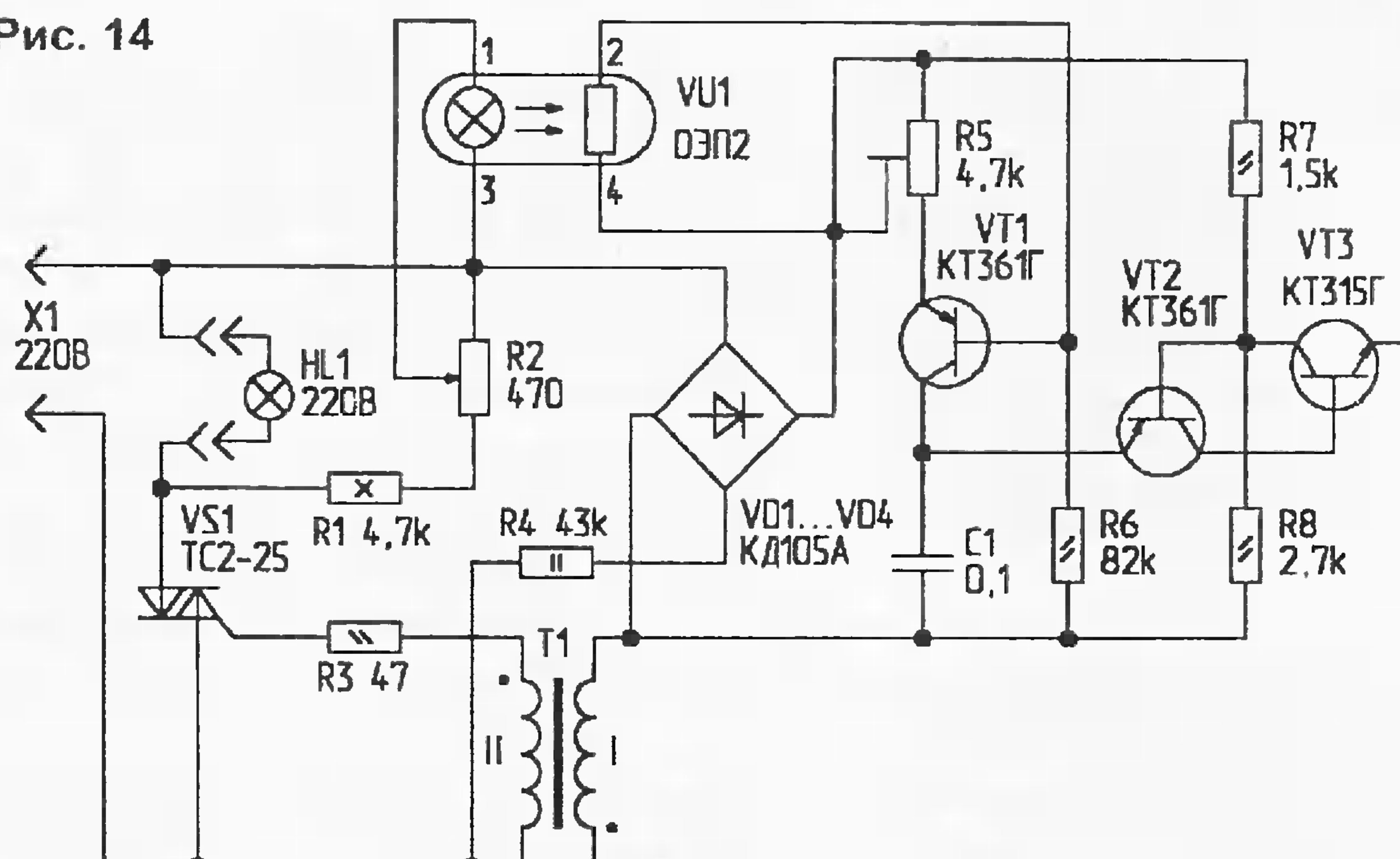
Коммутацию обмоток осуществляют контакты реле K1...K5, которыми управляют компараторы DA3...DA8. Пороговыми

отсутствует, поэтому сопротивление оптрона VU1 велико, и транзистор VT1 открывается за счет смещения, поступающего через резистор R6. Ток, протекая через VT1, заряжает конденсатор C1. В тот момент, когда напряжение на нем достигает порога срабатывания аналога динистора на VT2 и VT3, конденсатор C1 разряжается через первичную обмотку импульсного трансформатора Т1. В результате импульс с его вторичной обмотки открывает симистор VS1.

Время зарядки емкости, а значит, и момент открывания симистора

зависят от сопротивлений R5 и перехода эмитер-коллектор VT1. Увеличивая или уменьшая сопротивление VT1, изменяют напряжение на нагрузке. Это происходит за счет изменения сопротивления резистора оптрона. Порог, при котором наступает баланс, регулируют резистором R2, являющимся задатчиком выходного напряжения.

Рис. 14



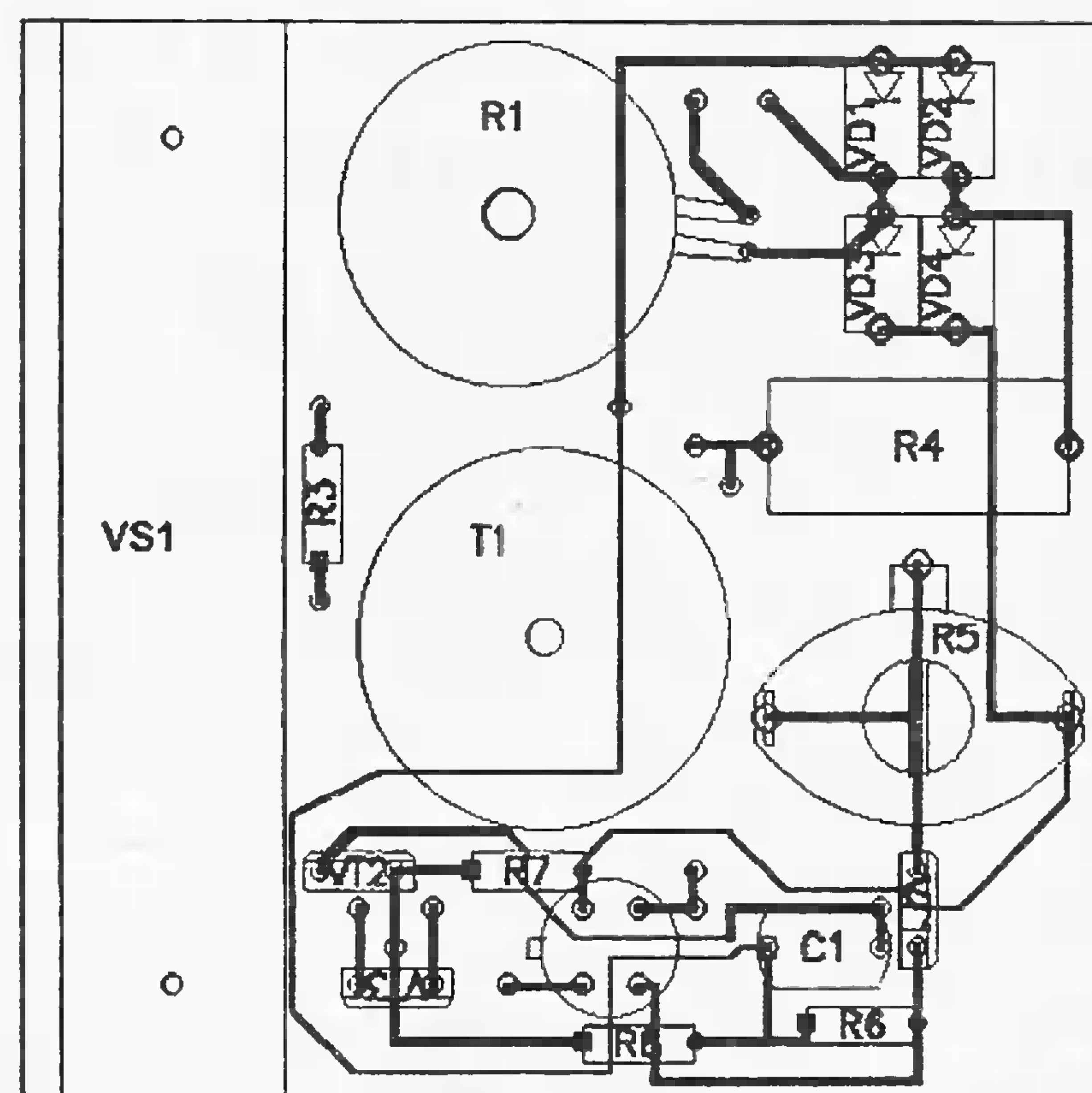
Устройство собрано на односторонней печатной плате размерами 70x70 мм. Чертеж платы изображен на рис.15. Трансформатор Т1 намотан на ферритовом кольце М2000НМ К20х12х6 проводом ПЭВ-1 Ø0,15 мм. Первичная обмотка состоит из 100 витков, а вторичная — из 60 витков. Наладивание устройства заклю-

чается в установке максимального выходного напряжения резистором R5 при отключенном от движка потенциометра R2 проводе, т.е. при выключенном оптроне VU1.

Источники информации

8. Радиомир, 2005, №8, С.11; №9, С.11.

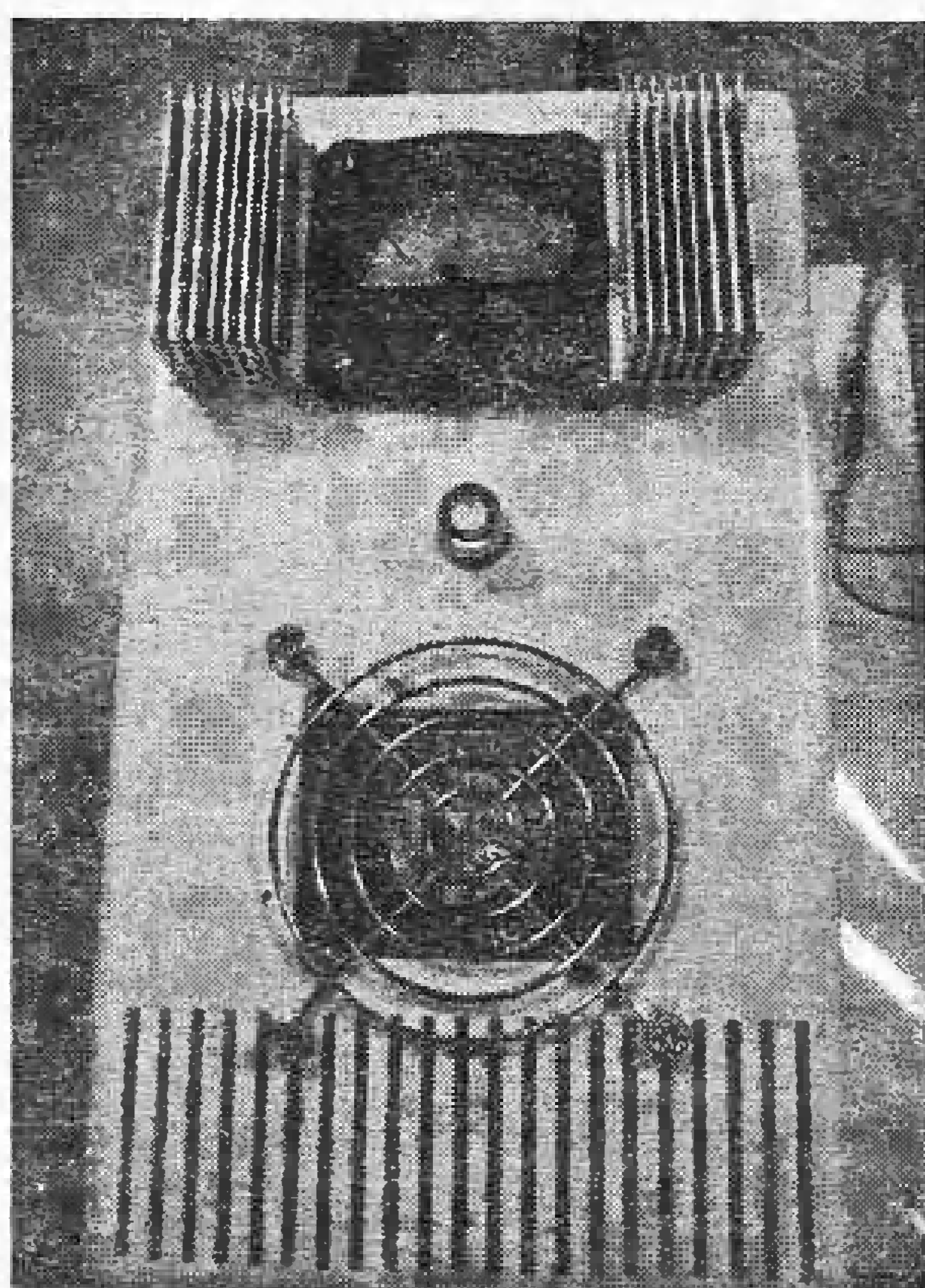
Рис. 15



9. Радиомир, 2003, №4, С.16.

10. Евсеев А.Н. Радиолюбительские устройства для дома. — М., 2005.

Материал подготовил
В.Новиков.



Напряжение бытовой электросети нередко отличается от стандартного (220 В ±10%). Потери или броски напряжения могут достигать значительных величин и вызывать сбои в работе бытовых электроприборов. Современная теле- и радиоаппаратура оснащена импульсными источниками питания, которые обеспечивают ее нормальную эксп-

Стабилизатор сетевого напряжения

луатацию при напряжении сети от 160 до 230 В. А вот приборы выпуска прошлых лет требуют более стабильного напряжения электросети.

Особенно страдают от нестабильного напряжения бытовые приборы, оснащенные электродвигателями: холодильники, стиральные машины, пылесосы, электроинструмент и т.п. Повышенное напряжение сети приводит к интенсивному нагреву обмоток электродвигателя и износу коллектора, возможен пробой изоляции. При пониженном напряжении не запускаются или включаются рывками электродвигатели, что приводит к преждевременному износу пускорегулирующей аппаратуры. При освещении помещений лампы накаливания горят тускло, и

приходится увеличивать их мощность, что дополнительно снижает напряжение сети.

Выход из создавшего положения довольно прост — установить вольтодобавочный трансформатор, напряжение вторичной обмотки которого суммируется с сетевым и приближает его к стандартному напряжению. Отрицательного влияния на электросеть такое устройство не оказывает. Наличие универсального устройства поддержания напряжения электросети позволяет защитить электроприборы как от повышенного, так и от пониженного напряжения.

Стабилизацию напряжения можно обеспечить с помощью электромеханических стабилизаторов, в которых электропривод в зависимости от

В.КОНОВАЛОВ.

Творческая лаборатория
“Автоматика и телемеханика”,
г.Иркутск.

входного напряжения изменяет положение скользящего контакта на тороидальном автотрансформаторе. Недостатки такого решения: подгорание обмотки за счет потери контакта с роликом, большая масса стабилизатора, поскольку через автотрансформатор передается полная мощность нагрузки, высокая цена.

В предлагаемом устройстве трансформатор небольшой мощности используется для увеличения напряжения, его мощность составляет не более 10% от мощности нагрузки. Для стабилизации напряжения достаточно в цепь первичной обмотки трансформатора установить ключевой регулятор (полевой транзистор достаточной мощности).

Параметры стабилизатора в основном определяются примененным трансформатором. В устройстве можно использовать силовые трансформаторы ТС180...ТС320 от старых телевизоров. Хорошо зарекомендовали себя трансформаторы типа ТН-59 или ТПП с допустимым током вторич-

ных обмоток 6...8 А при общем напряжении 24...36 В. За основу электронного стабилизатора взята схема из [1] с изменениями, улучшающими характеристики устройства.

Схема стабилизатора приведена на рис. 1. Устройство содержит:

- узел стабилизации напряжения — трансформатор Т1, мощный диодный мост VD1 и ключевой транзистор VT1;
- узел выделения напряжения ошибки — диодный мост VD2 и оптопара VU1 с RC-цепями установки режима;
- входной фильтр защиты от помех — конденсатор C1;
- автомат-выключатель сети — SA1.

Напряжение электросети поступает на клемму XT3 нагрузки через вторичную обмотку вольтодобавочного трансформатора Т1 и напрямую на клемму XT4. Первичная обмотка трансформатора питается от сети через диодный мост VD1, режим работы которого зависит от состояния ключевого транзистора VT1. Если он

открыт, напряжение на клеммах XT3, XT4 максимально. Резистор R1 и конденсатор C3 облегчают переходные процессы при переключении диодов моста VD1 и транзистора VT1.

Отсутствие напряжения на первичной обмотке трансформатора Т1 или неисправность в схеме приведут к отсутствию напряжения вольтодобавки, в остальном нагрузка будет работать как и раньше. Небольшое падение напряжения (несколько вольт) из-за прохождения тока нагрузки через вторичную обмотку отключенного трансформатора существенно не повлияет на работу подключенного электрооборудования.

Напряжение ошибки снимается с половины вторичной обмотки трансформатора, выпрямляется диодным мостом VD2 и через резисторы R3, R4 поступает на светодиод оптопары VU1. Конденсатор C2 снижает резкие провалы выходного напряжения. При повышении сетевого напряжения ток светодиода оптопары возрастает, открывается фототранзистор, который через установочные цепи R6...R8 шунтирует напряжение смещения на затворе ключевого транзистора VT1. Транзистор закрывается, и напряжение нагрузки снижается. В начальный момент транзистор VT1 открыт напряжением со стока, поступающим на затвор через резистор R5.

Основные характеристики стабилизатора

Рабочее напряжение электросети, В	160...240
Выходное напряжение, В	220
Максимальная мощность нагрузки, кВт	2
Максимальный ток нагрузки, А	10
Масса, кг, не более	3

Рис. 1

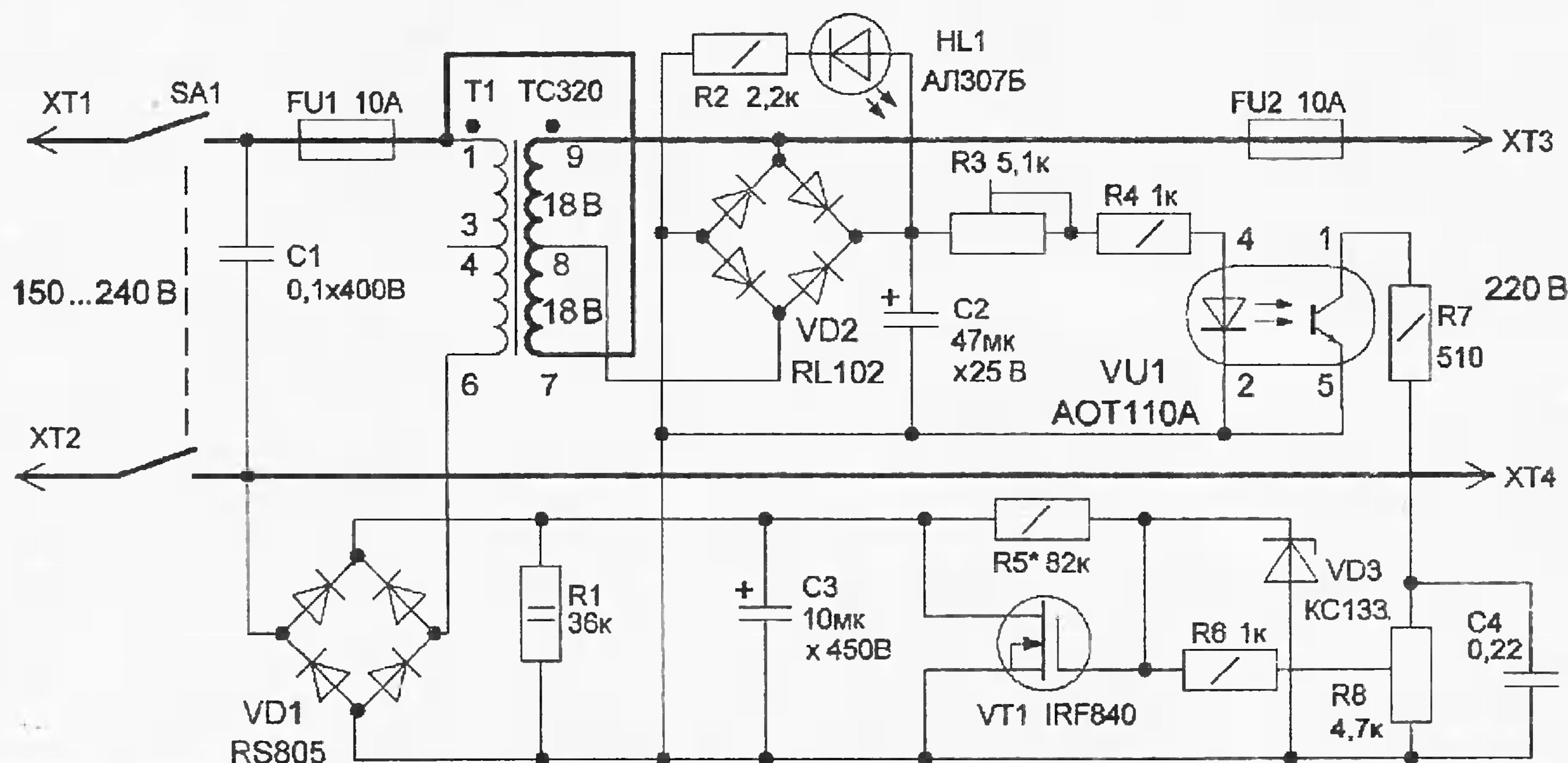
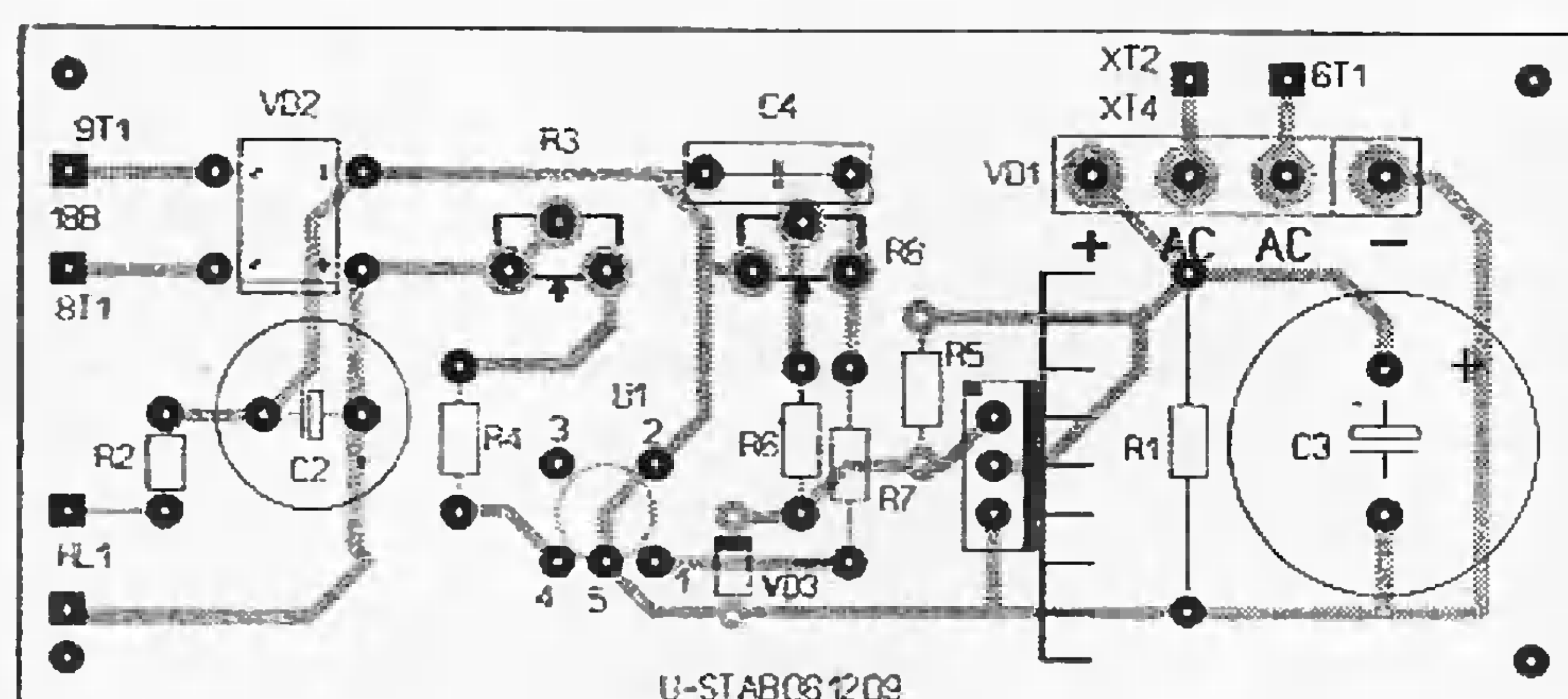
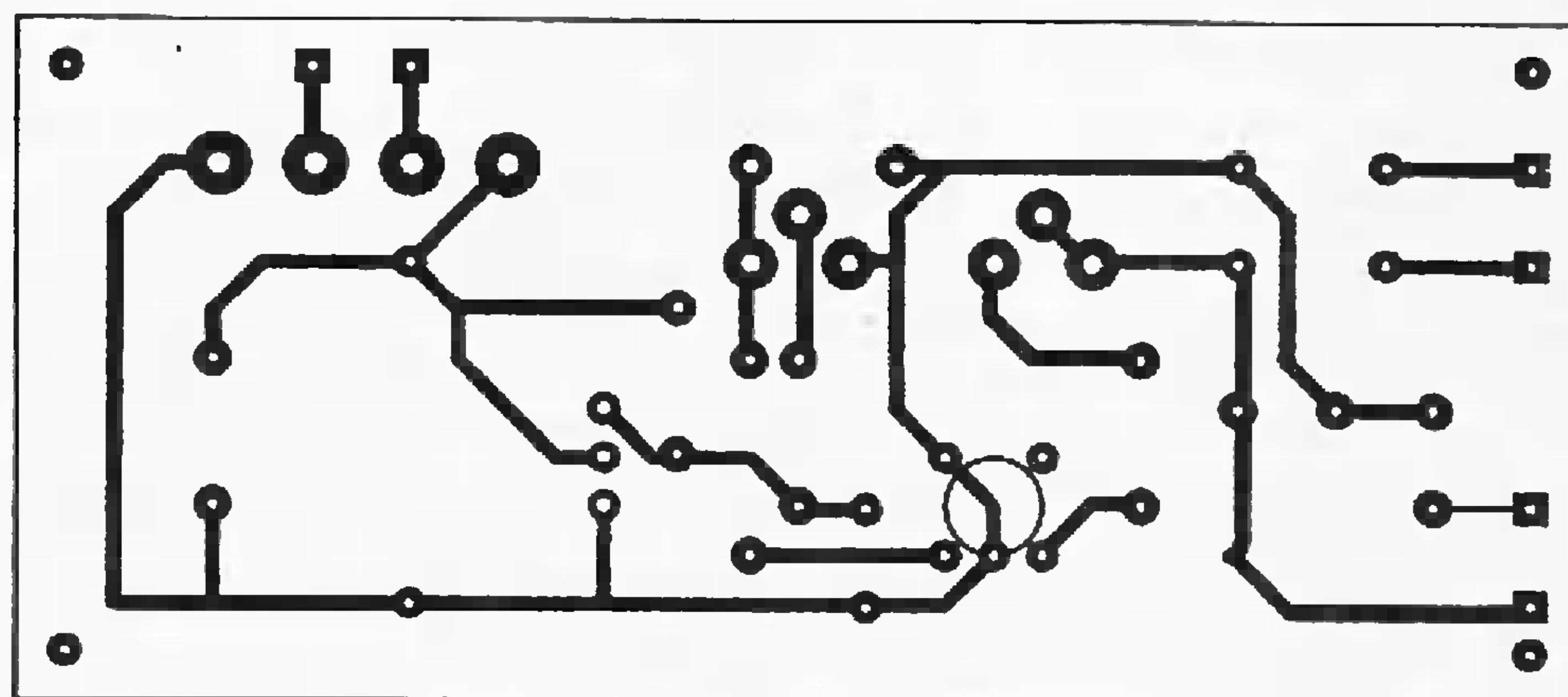


Рис. 2



Конденсатор С3 при включении и зарядке от диодного моста VD1 имеет низкое сопротивление, которое возрастает через несколько миллисекунд, поэтому нагрузку желательно включать штатным выключателем после запуска стабилизатора.

Светодиод HL1 указывает наличие вторичного напряжения при открытом транзисторе VT1, стабилитрон VD3 защищает затвор полевого транзистора от превышения напряжения смещения выше допустимого значения.

Устройство собрано на печатной плате, чертеж которой представлен на рис.2. Транзистор крепится на радиаторе размерами 50x50x10 мм. Допускается параллельное соединение двух одинаковых транзисторов. Плата и трансформатор установлены в подходящем корпусе, размеры которого зависят от размеров трансформатора Т1. Индикатор работы устройства HL1 и выключатель сети SA1 с предохранителями FU1, FU2 расположены сверху и сбоку корпуса. При использовании металлического корпуса необходима сетевая вилка с заземляющим контактом, провод заземления подключается к корпусу трансформатора. Силовые провода, обозначенные на схеме (рис.1) толстыми линиями, выполняются многожильным проводом сечением не менее 4 мм², остальные — 0,5 мм².

В стабилизаторе применены постоянные резисторы типа МЛТ или С29, подстроечные — СП или СПО. Для замены транзистора VT1 (рабочее напряжение — не менее 400 В, ток — более 3 А) можно воспользоваться данными таблицы.

Тип	P, Вт	U _{с-н} , В	I _с , А	R _{с-н} , Ом
BUZ84A	125	600	6	1
КП7130	120	600	6,2	1,2
КП787А	150	600	8	0,9
IRF840	125	500	8	0,85
КП779А	190	500	14	0,4

Трансформаторы серий ТС для использования в устройстве нуждаются в доработке. Для этого их придется разобрать. Сначала снимается стяжное крепление. Соединение первичных двух обмоток следует сохранить, перерисовав выводы. Разобранные половинки U-образных сердечников не должны меняться местами, это приведет к гудению трансформатора после сборки. Поскольку торцы сердечников при заводской сборке подкрашиваются и при разборке плохо разделяются, можно слегка постучать молотком по торцу одной из половинок. Старая краска со стыков счищается ножом. Вторичные обмотки удаляются. В накальной обмотке (6,3 В) предварительно пересчитывается количество витков и, исходя из этих данных, проводом ПЭЛ Ø1,78...2 мм наматываются новые обмотки вместо удаленных, по виткам в три раза больше накальной.

Трансформатор собирается в обратном порядке (выводы первичной обмотки должны находиться с одной стороны, как и раньше). Каркасы с обмотками устанавливаются на U-образные сердечники, торцы половинок сердечников “прокрашиваются” любой загустевшей краской (кроме нитрокраски). Через полчаса в каркасы вставляются верхние половинки, устанавливаются и затягиваются стяжные шпильки. Пос-

ле полной сборки первичная обмотка подключается к электросети (с соблюдением техники безопасности), вольтметром переменного напряжения измеряется напряжение вторичных обмоток (должно быть в пределах 12...18 В каждой). Суммарное напряжение двух последовательно соединенных вторичных обмоток — 24...36 В. При гудении собранного трансформатора его рекомендуется простучать деревянной ручкой молотка для “осадки” крепления и железа на место.

При применении трансформаторов типа ТН или ТПП переделка не требуется, их вторичные обмотки соединяются последовательно.

Для получения повышенного по сравнению с сетевым вторичного напряжения вывод 1 первичной обмотки Т1 соединяется последовательно с крайним выводом 7 вторичной обмотки. Напряжение между выводом 6 Т1 и свободным концом 9 вторичной обмотки должно быть выше сетевого на величину суммарного напряжения вторичных обмоток.

Наладка схемы заключается в установке пределов стабилизации выходного напряжения. После включения (желательно с активной нагрузкой, например, с настольной лампой) резистором R8 при минимальном сопротивлении R3 выставляется выходное напряжение 225 В. Подключив более мощную нагрузку (1...1,5 кВт), выходное напряжение корректируется резистором R3 (около 215 В). Через 5...10 минут работы устройство и нагрузка отключаются от сети, и проверяются тепловые режимы всех радиодеталей. Если

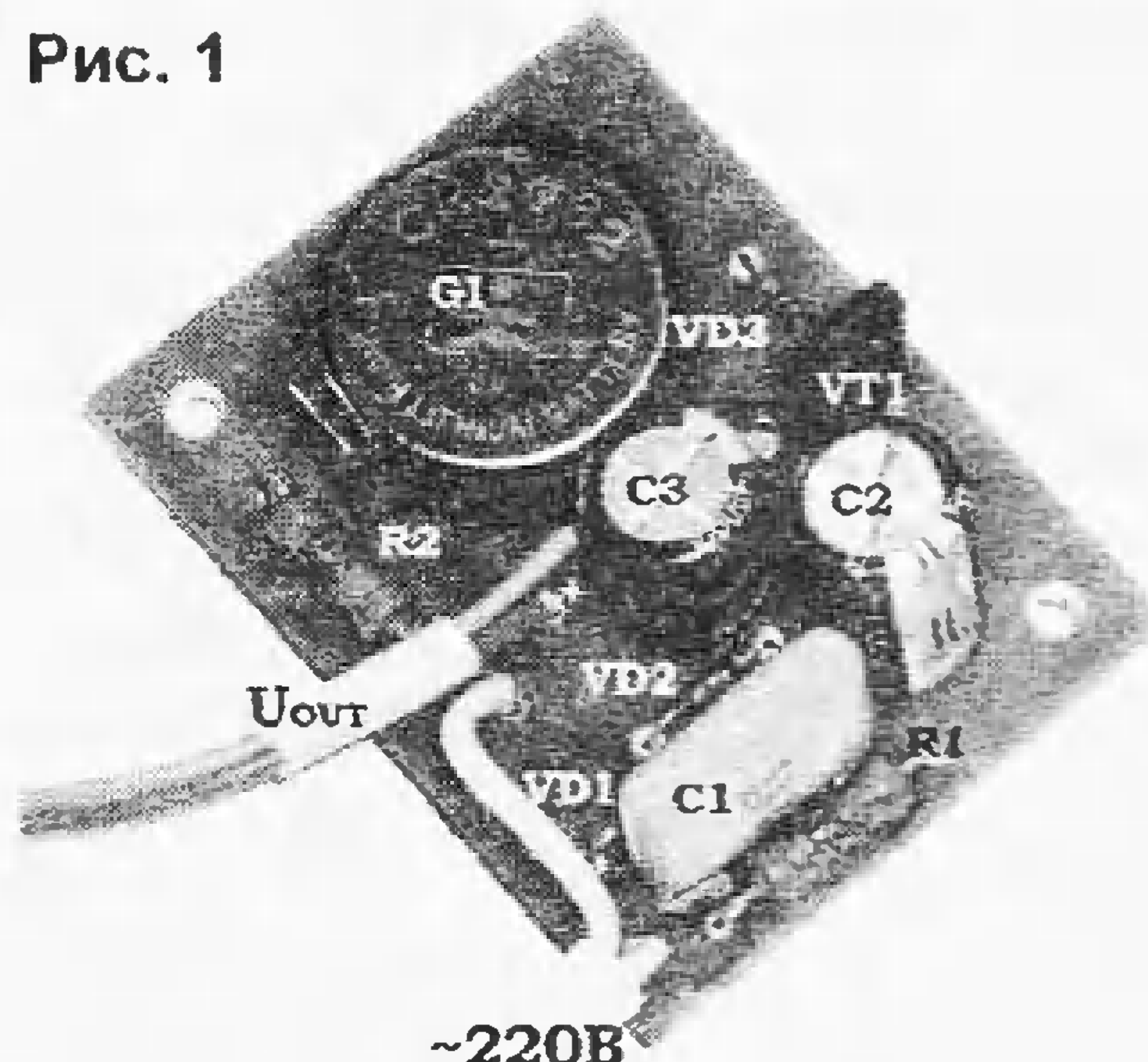
Возвращаясь к напечатанному
(№2/10, С.15)

Е.Л.ЯКОВЛЕВ,
г.Ужгород, Украина.

Бестрансформаторный источник “поддерживающего” питания

Прочитав заметку в журнале, я заинтересовался схемой и смаскетировал ее. Оказалось, что в приведенном виде она неработоспособна. Похожая схема, к сожалению, с теми же ошибками опубликована в [1]. Действительно, емкостной делитель С1-С2 пони-

жает переменное напряжение сети (220 В) обратно пропорционально емкостям этих конденсаторов. Если по схеме С1 — 0,05 мкФ, а С2 — 3,3 мкФ, то не следует ожидать напряжения на конденсаторе С2 больше, чем 3,4 В. С учетом большого допустимого разброса емкостей электролитических конденсаторов (-20...+80%), напряжение на конденсаторе С2 может оказаться еще меньше. Для достоверности результатов я проверил на макете (рис.1) около 10 не бывших в употреблении импортных электролитических конденсаторов фирмы JAMIKON с маркированной на них емкостью 3,3 мкФ. Только на одном из таких конденсаторов напряжение составляло 2,9 В. Напряжения на остальных конденсаторах не превышало 2 В.



жают переменное напряжение сети (220 В) обратно пропорционально емкостям этих конденсаторов. Если по схеме С1 — 0,05 мкФ, а С2 — 3,3 мкФ, то не следует ожидать напряжения на конденсаторе С2 больше, чем 3,4 В. С учетом большого допустимого разброса емкостей электролитических конденсаторов (-20...+80%), напряжение на конденсаторе С2 может оказаться еще меньше. Для достоверности результатов я проверил на макете (рис.1) около 10 не бывших в употреблении импортных электролитических конденсаторов фирмы JAMIKON с маркированной на них емкостью 3,3 мкФ. Только на одном из таких конденсаторов напряжение составляло 2,9 В. Напряжения на остальных конденсаторах не превышало 2 В.

ключевой транзистор перегревается, нужно увеличить его радиатор.

Ввиду разброса параметров мощного полевого транзистора его начальное смещение можно подкорректировать подбором сопротивления R5. При верхнем положении

Рис. 2

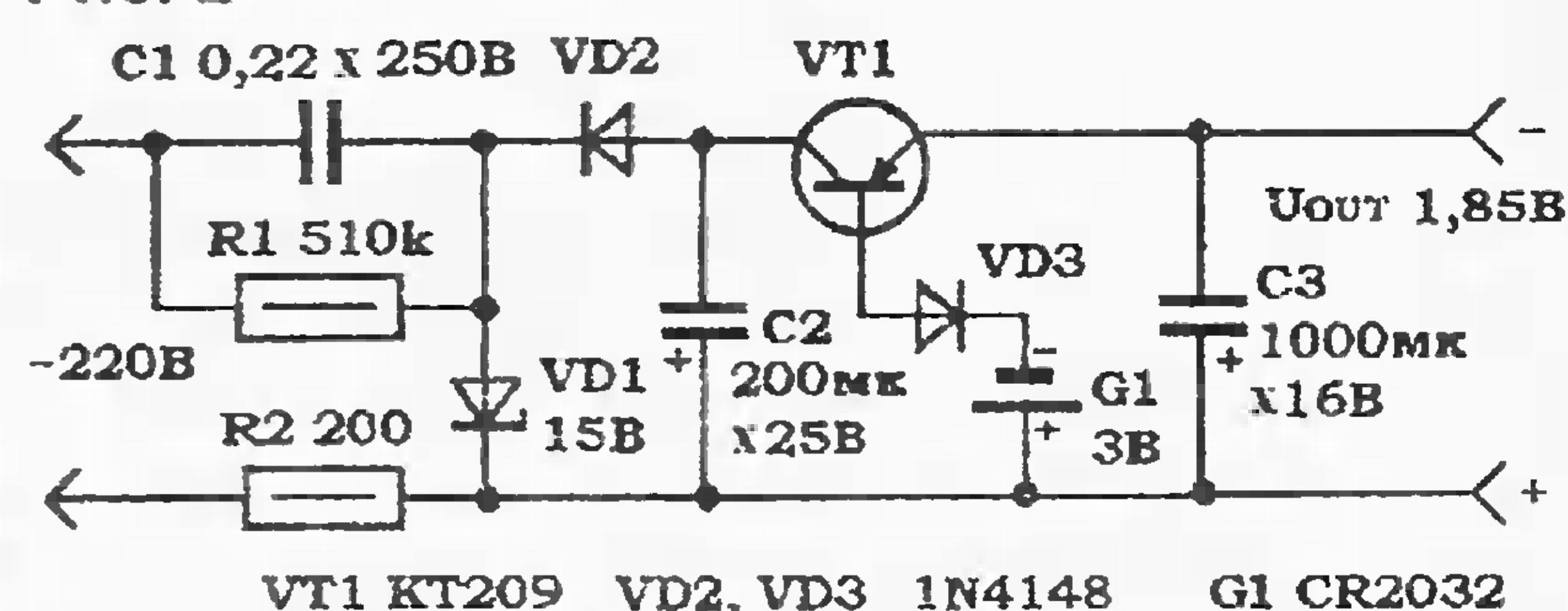
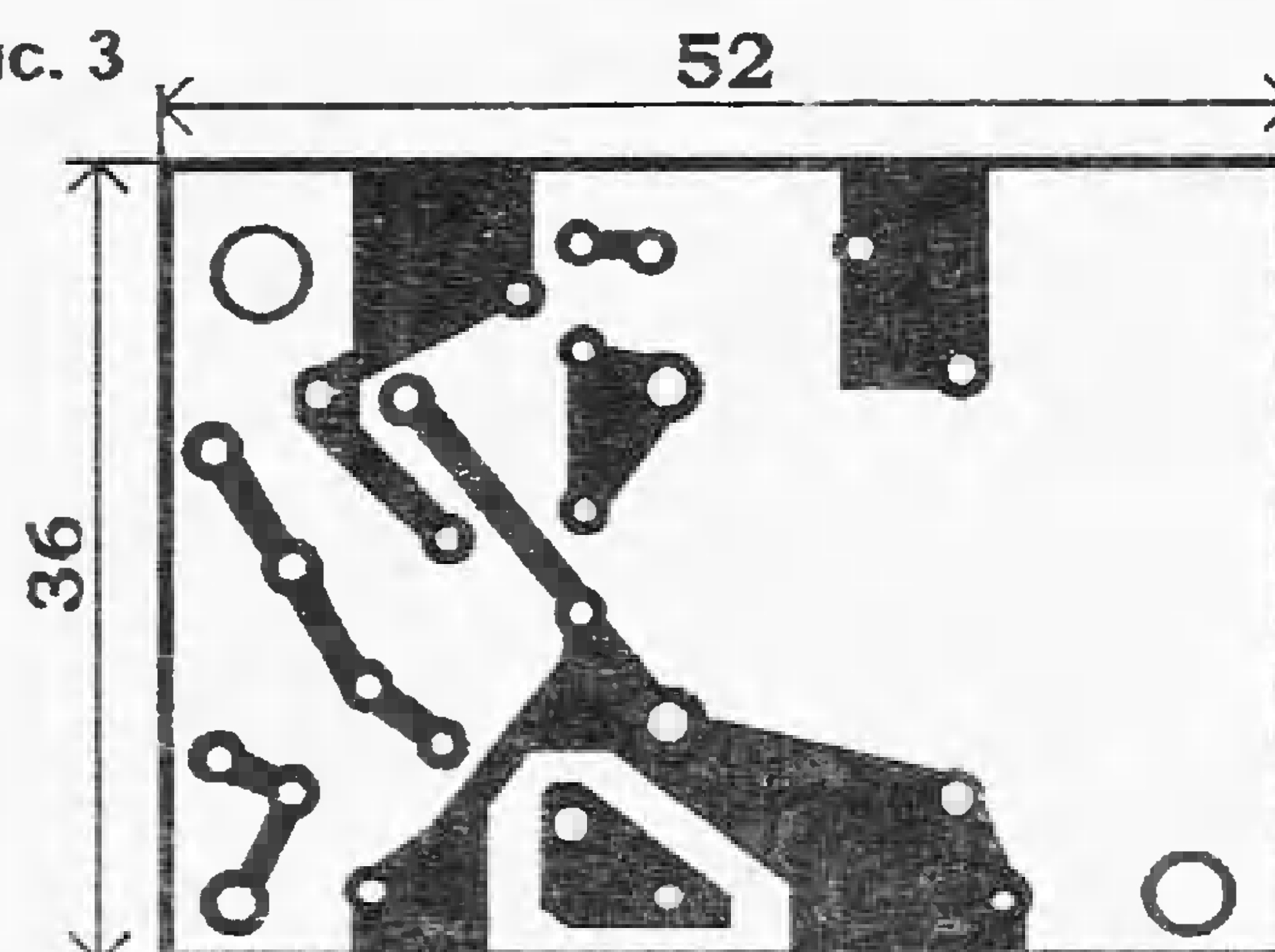


Рис. 3



напряжение, а никак не 3 В, как обозначено на схеме.

Использование в данной схеме емкостного делителя сетевого напряжения не оправдано. Целесообразнее применить, например, всего один конденсатор С1, как балластное реактивное сопротивление, и один маломощный низковольтный стабилитрон вместо диода VD1 (рис.2). При экспериментах я использовал отечественный стабилитрон типа Д814Г, который потом заменил импортным малогаба-

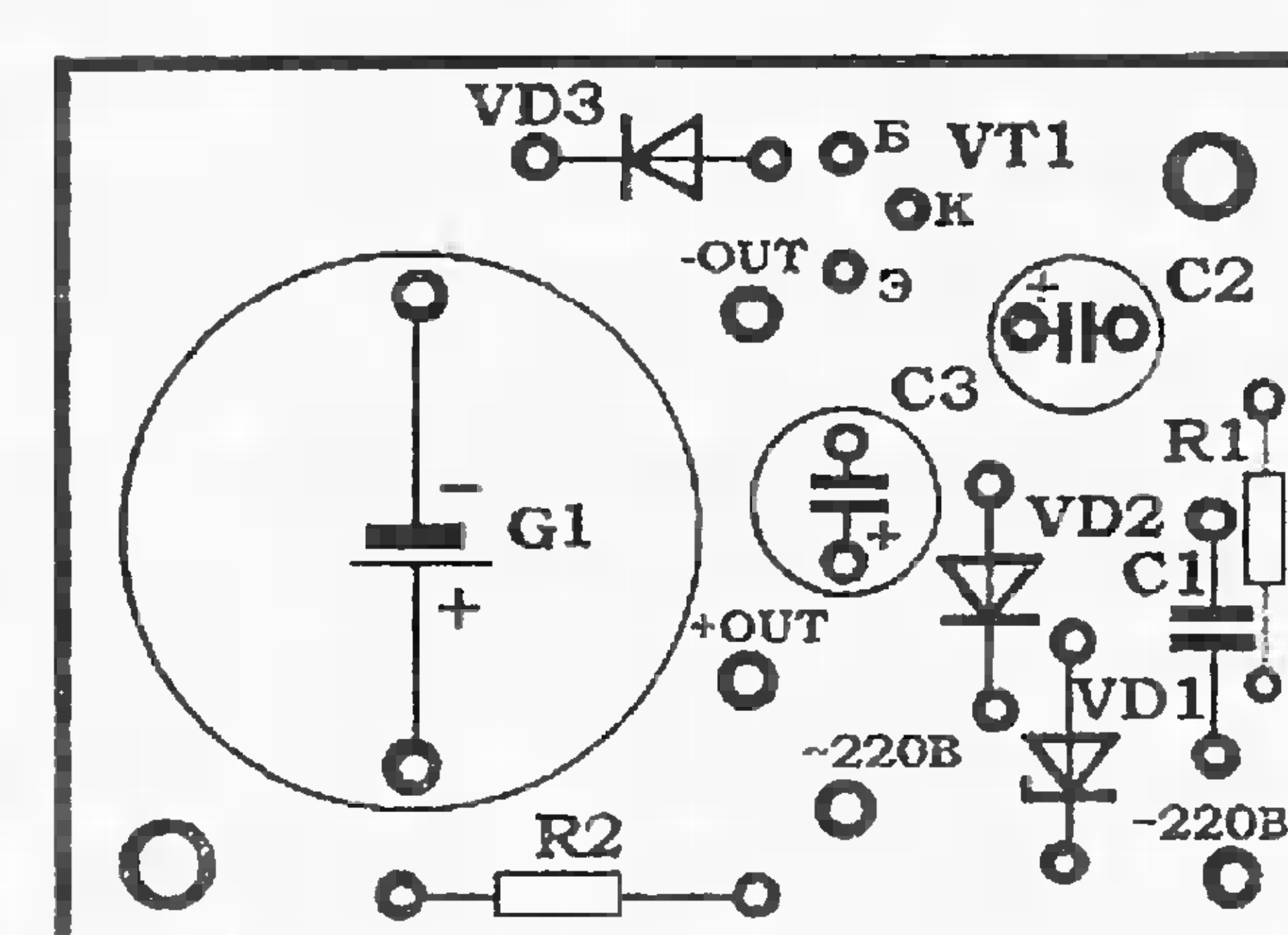
нии движка R8 ток стока транзистора должен быть около 1,2 А.

В авторском варианте дополнительно установлен компьютерный вентилятор и амперметр с пределом 10 А, хотя эти “излишества” оказались невостребованными.

ритным с классификационным напряжением 15 В. Емкость конденсатора С1 определяет максимально достижимый выходной ток схемы, поэтому ее целесообразно увеличить. При емкости С1, равной 0,22 мкФ, стабилитрон в схеме не грелся. Резистор R1 обеспечивает разряд конденсатора С1 после отключения устройства от сети, а резистор R2 ограничивает ток заряда конденсатора С1 при включении устройства в сеть. Применение в качестве VT1 относительно мощного транзистора

КТ814А при токе нагрузки устройства 1...2 мА также нецелесообразно. Вполне подойдет практически любой маломощный транзистор структуры р-п-р. Чертеж печатной платы доработанного источника показан на рис.3, а расположение радиокомпонентов — на рис.4.

Рис. 4



Если в качестве гальванического элемента G1 использовать часовую литиевую батарею, например, CR2032 с напряжением 3 В, то выходное напряжение схемы составит примерно 1,6 В. Закоротив диод VD3, можно получить выходное напряжение порядка 2,3 В.

Литература

1. Бестрансформаторный источник питания 1,5 В/2 мА. — Блокнот “Радиоаматора”, 2005, №3, С.28.

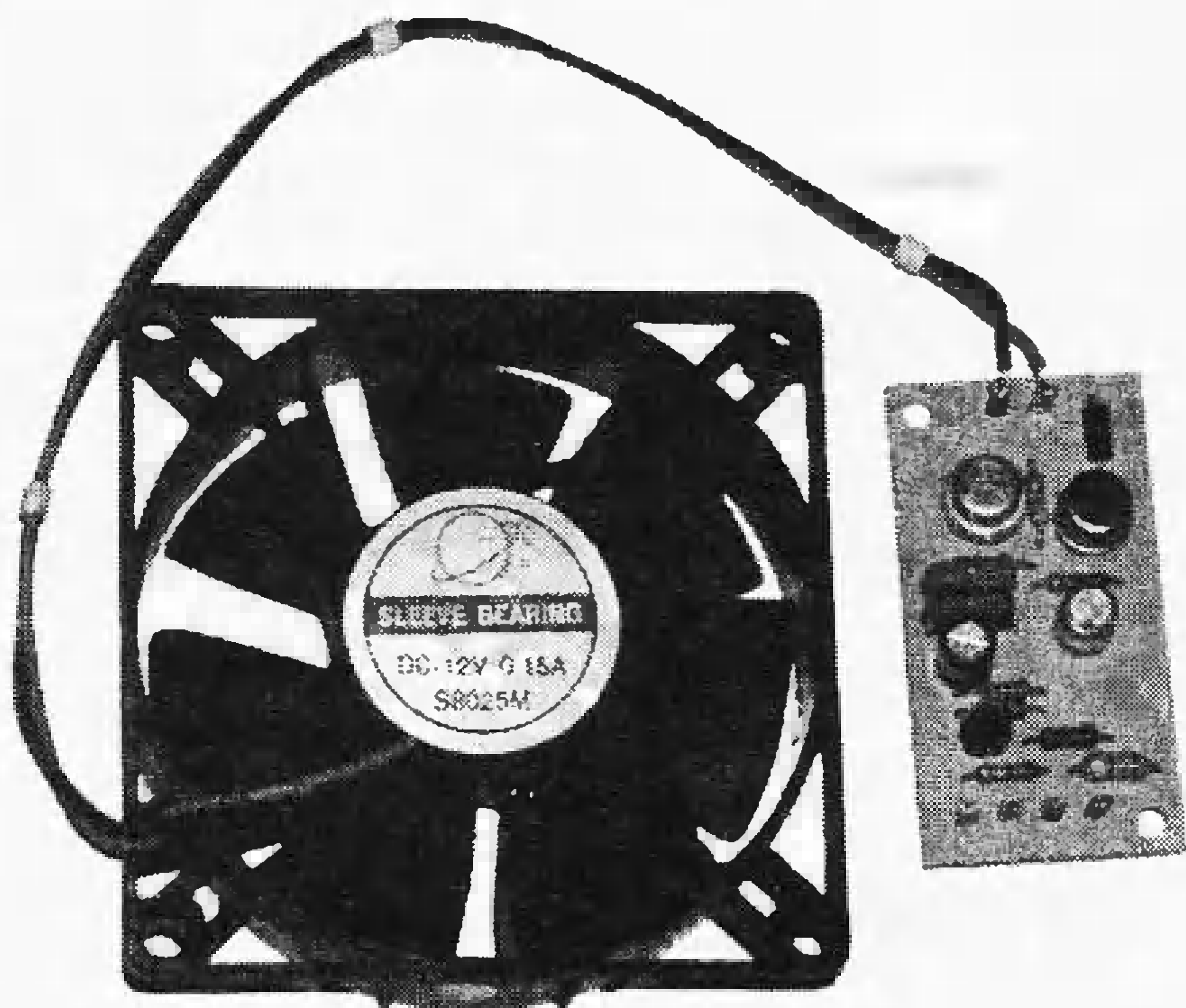
Литература

1. В.Коновалов. Повышающий стабилизатор переменного напряжения. — Радио, 2006, №12, С.32.

2. Акимов Н.Н.и др. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справочник. — Мн.: Беларусь. 1994.

T.PÁLINKÁS.

Термореле для вентилятора



Предлагаемая схема пригодна для решения широкого круга задач терморегуляции в диапазоне температур $0...150^{\circ}\text{C}$. Для контроля температуры используется обычный маломощный кремниевый диод.

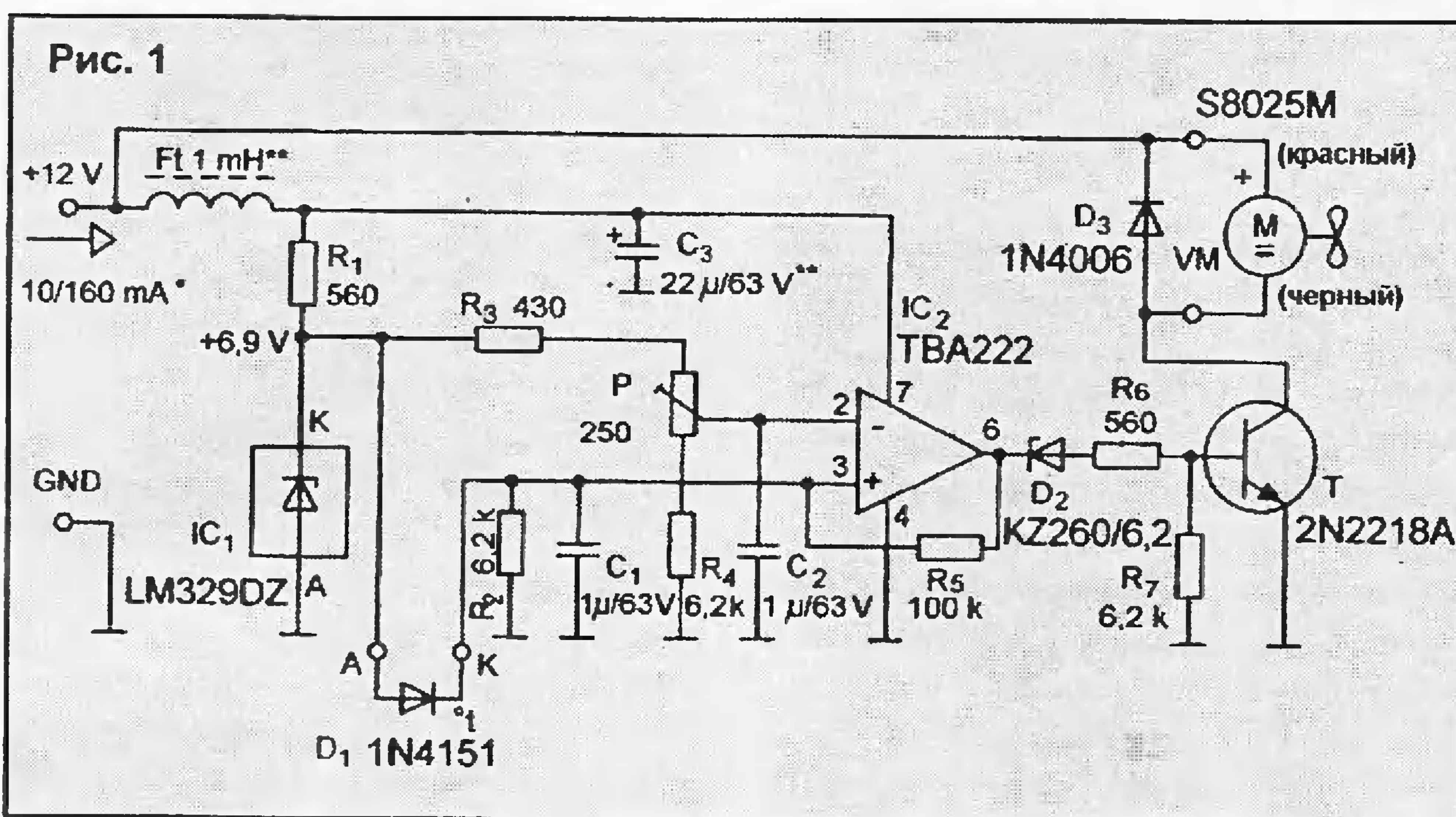
В литературе по электронике мы часто встречаемся с такими схемами преобразователей температура-напряжение, чувствительными элементами которых являются кремниевые диоды. Температурный коэффициент р-н перехода составляет около $-2\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$, т.е. открывающее диод напряжение при повышении температуры постепенно снижается на 2 мВ с каждым градусом. Производители современных прецизионных микросхем, предназначенных для измерения температуры, зачастую «упрекают» существенно более дешевый диод в том, что его температурная зависимость не является линейной.

Чтобы выработать свою точку зрения по данному вопросу, я провел измерения термохарактеристик нескольких диодов типа 1N4151, предлагаемых на радиорынке. Для выравнивания температуры я вставил диоды в малогабаритный медный корпус, к которому прикрепил термодатчик цифрового термометра с чувствительностью $0,1^{\circ}\text{C}$. Все это я погрузил в масляную баню, охлажденную до температуры ниже 0°C . В процессе медленного нагрева бани при постоянном помешивании

я снял зависимость открывающего напряжения от температуры (через 5°C) в диапазоне $0...100^{\circ}\text{C}$ при токе через диод 1 мА . В типичной серии измерений я получил напряжение 671 мВ при 0°C и 471 мВ при

100°C , т.е. изменение открывающего напряжения составило в точности 200 мВ . Если считать характеристику температура/напряжение линейной, то чувствительность составляет в точности $-2\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$!

Схема термореле изображена на рис.1. Речь идет о простом гистерезисном регуляторе, который включает вентилятор при нагреве контролируемого объекта до определенной температуры и выключает его при снижении температуры. Напряжение питания схемы — 12 В . Учитывая малый потребляемый ток, эту систему охлаждения можно вмонтировать в непрерывно работающий ПК, например, для охлаждения материнской платы или винчестера. Поскольку вентилятор работает только в случае необходимости, срок его службы значительно



Однако, как и следовало ожидать, наибольшее отклонение от линейности наблюдалось при 50°C : здесь я получил 567 мВ вместо 571 , т.е. на 4 мВ ниже расчетного. Это означает ошибку (погрешность) максимум в 2°C , что, в принципе, простиительно даже для электронного термометра не очень высокого качества, и совершенно не имеет значения для схемы терморегуляции. Поэтому в ней можно смело использовать малогабаритные дешевые кремниевые диоды с малой тепловой инерцией.

удлиняется, при этом снижается шум и общее потребление ПК.

Резистор R_2 задает начальный ток через диод-термодатчик D_1 (около 1 мА). Питаящее диод напряжение ($6,9\text{ В}$) вырабатывает микросхема IC_1 «управляемого стабилизатора» с очень малой температурной зависимостью напряжения. Ток IC_1 устанавливается резистором R_1 . Напряжение, измеряемое на катоде диода при комнатной температуре, составляет около $6,3\text{ В}$, т.е. примерно половину напряжения питания. Это напряжение поступа-

ет на неинвертирующий вход операционного усилителя (ОУ) IC2, включенного как компаратор, на инвертирующий вход которого с делителя R4-триммер P-R3 подается опорное напряжение. В собранном термореле в двух крайних положениях триммера на неинвертирующий вход поступает напряжение соответственно -420 и -670 мВ (относительно стабильного напряжения +6,9 В).

Резистор R5 создает положительную обратную связь, обеспечивая гистерезис переключения компаратора, чтобы предотвратить его "метания туда-сюда", если температура находится в пороговой зоне (переключения) и медленно меняется. Для указанного сопротивления R5 гистерезис составляет около 4 мВ, т.е. 2°C. В случае необходимости его легко изменить (гистерезис растет при уменьшении сопротивления R5, и наоборот). Рекомендуемое значение R5 в данном применении находится в пределах 68...220 кОм.

Конденсаторы C1 и C2 фильтруют различные помехи, поступающие на входы. Дроссель Ft вместе с конденсатором C3 образует LC-фильтр, призванный исключить помехи по питающему напряжению (+12 В).

Пока напряжение на катоде диода ниже опорного уровня, заданного триммером, на выходе IC2 низкий уровень. Поскольку на выходе микросхемы при однополярном питании может быть начальное напряжение около +2 В, чтобы гарантировать в это время закрытое состояние транзистора Т между выходом ОУ и сопротивлением R6 включен стабилитрон D2.

При нагревании диода D1 падение напряжение на нем уменьшается, и уровень на неинвертирующем входе IC1 растет. Когда он превысит уровень опорного напряжения на инвертирующем входе, компаратор переключится, и на его выходе установится высокий уровень, дос-

таточный для пробоя стабилитрона D2 и открывания транзистора Т. При открывании транзистор Т входит в насыщение, напряжение на его коллекторе составляет не более 0,2 В, и включается вентилятор VM, который обдувает объект, требующий охлаждения. Диод D3 защищает транзистор от бросков напряжения при коммутации двигателя вентилятора.

Рис. 2

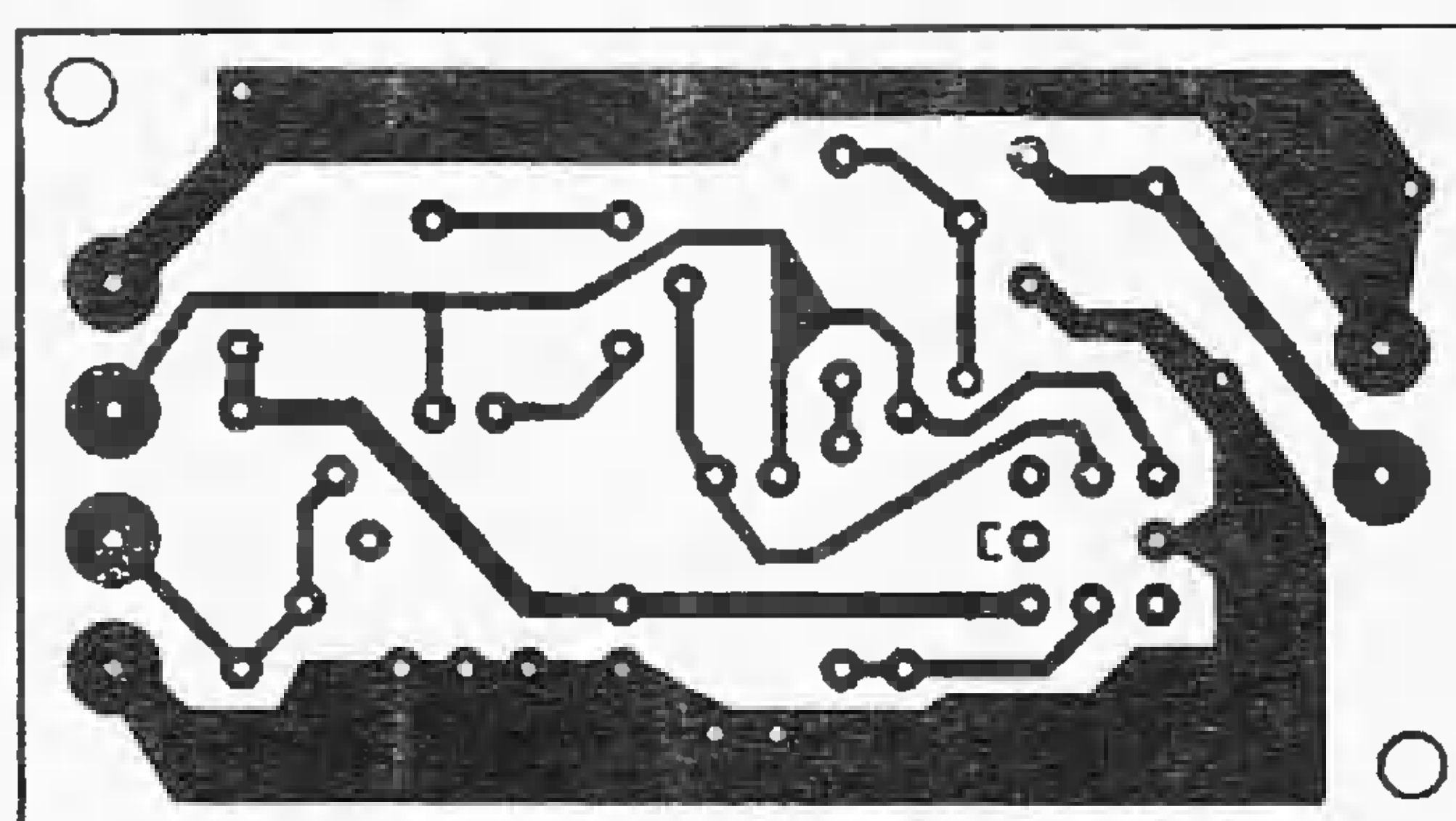
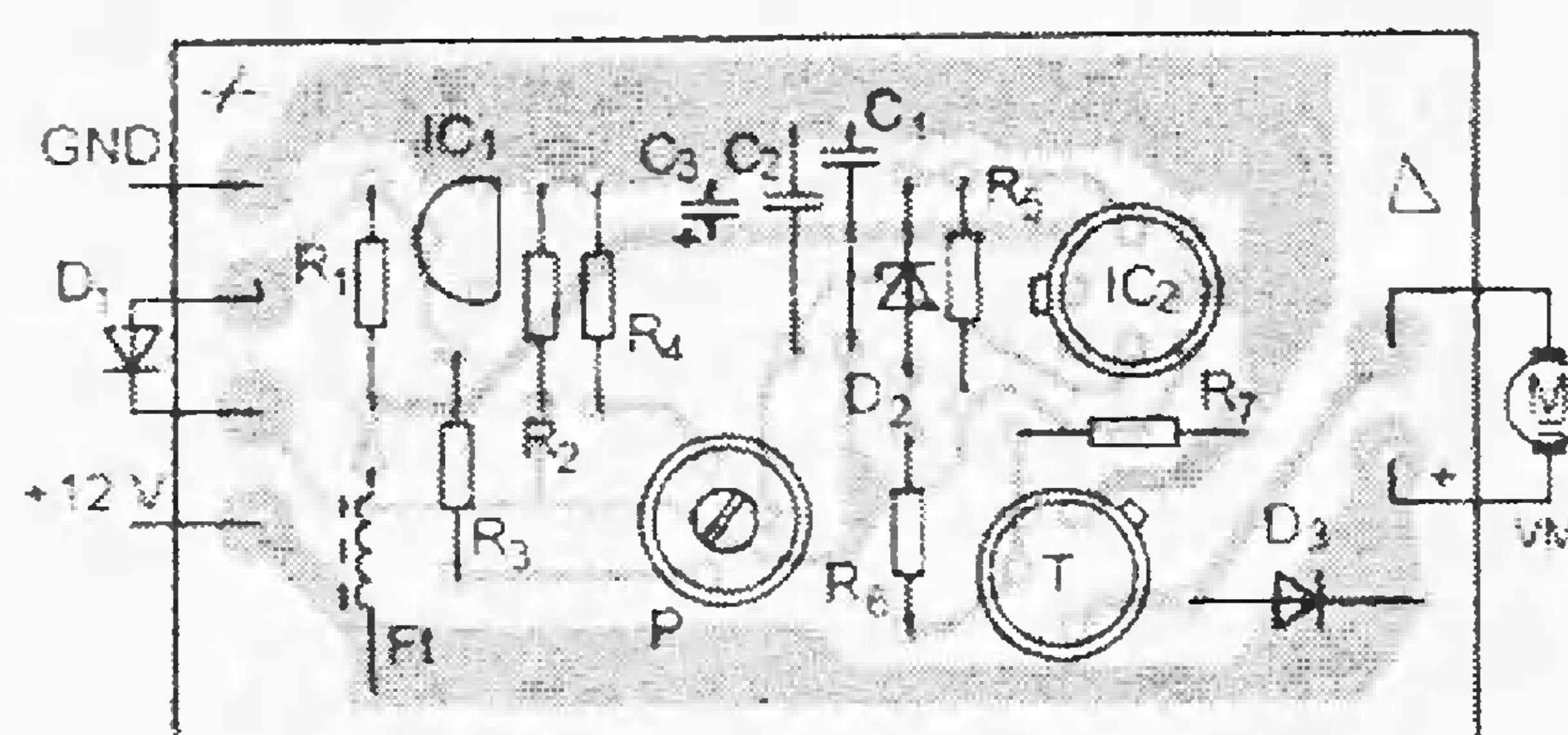


Рис. 3



Устройство собрано на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 31x57 мм. Чертеж платы приведен на рис.2, а на рис.3 — схема установки деталей. Резистор R2 (сопротивлением 6,2 кОм) выбирается (среди имеющихся в распоряжении образцов) с помощью омметра как можно более точно. Если есть возможность, берется 1%-ый резистор.

После монтажа деталей подпаиваем к плате витую пару проводов (желательно разноцветных), к их концам припаиваем диод термодатчика. Подключаем к плате вентилятор и питание (12 В).

Устанавливаем движок триммера в крайнее правое положение (температура выше комнатной). Потребляемый схемой ток должен

составлять около 10 мА, напряжение в точке А — +6,7...+7 В (в зависимости от образца ИМС). При медленном повороте движка триммера к другому концу в определенном его положении начинает работать вентилятор. В активном состоянии термореле потребляемый ток составляет около 160 мА. Возвратив триммер в положение, при

котором вентилятор выключается, легко контролировать работу регулятора. При нагревании измерительного диода (например, рукой) вентилятор через несколько секунд начинает работать, а после прекращения нагревания — останавливается.

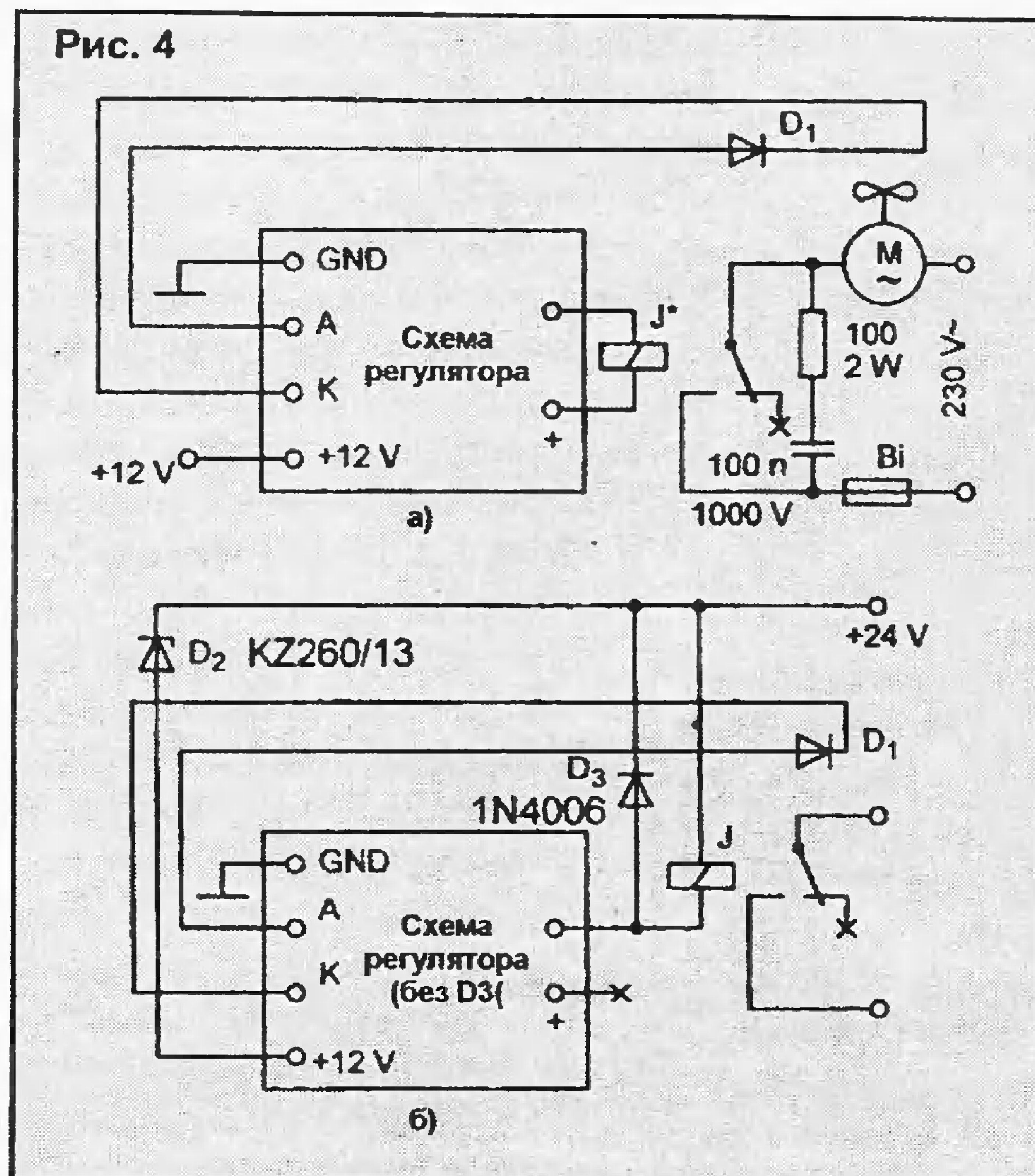
Диод D1 следует прикрепить к охлаждаемой поверхности (например, к радиатору) так, чтобы его выводы были хорошо изолированы от металлической поверхности. Установка желаемой температуры включения возможна с помощью контактного термо-

метра, датчик которого помещается на контролируемую поверхность.

Предлагаемое термореле можно использовать для управления вентилятором, питающимся от сети. Схема такого варианта приведена на рис.4а. На место 12-вольтового вентилятора подключаем катушку реле J с рабочим напряжением 12 В. Контакты реле подают на вентилятор напряжение 230 В. Последовательная RC-цепочка (100 Ом-100 нФ) защищает контактную пару от коммутационных бросков напряжения, возникающих при выключении индуктивной нагрузки.

Предохранитель Vi должен иметь характеристику Т (замедленное срабатывание). Номинальное значение его тока целесообразно вы-

Рис. 4



бирать 1,5-кратным от эксплуатационного тока вентилятора.

Если с помощью термореле необходимо управлять **устройством с питанием от постоянного напряжения 24 В**, то выбираем реле с рабочим напряжением 24 В. Схема этого варианта показана на **рис.4б**. В этом случае диод D₃ нельзя размещать на плате, его припаиваем к выводам катушки реле J.

должен включаться, когда температура помещения опускается ниже заданного уровня. Для этого необходим размыкающийся контакт реле, т.е. калорифер отключается, когда повышающаяся температура достигает установленного уровня и срабатывает реле. Если реле имеет два переключающихся контакта, состояние регулятора можно индицировать с по-

С помощью регулятора температуры можно управлять также калориферами достаточной мощности с питанием от сети (рис.5). Для этого следует выбрать такое реле (напряжением 12 или 24 В), контакты которого позволяют коммутировать соответствующую мощность. Предохранитель В1 должен выдерживать ток включения калорифера.

В данном варианте калорифер

мощью двух светодиодов. В выключенном состоянии реле горит зеленый светодиод, во включенном — красный. Вместо двух светодиодов хорошо подойдет один двухцветный.

Для управления калорифером рекомендуется увеличить гистерезис компаратора, уменьшив сопротивление R₅ (рис.1) примерно до 47 кОм и даже меньше.

Внимание! Поскольку устройства на рис.4а и 5 работают от сетевого напряжения (230 В), при их наладке и эксплуатации следует соблюдать правила безопасности.

Еще одной областью применения данного термореле является **поддержание температуры кварца в прецизионном кварцевом генераторе**. В процессе его работы температура корпуса кварцевого резонатора должна быть +50...+60°C (в данном диапазоне температур термический коэффициент кристаллов кварца близок к 0). Рекомендуемая эксплуатационная температура указывается на корпусе резонатора или в таблице технических характеристик.

В этом случае подогрев требуется, когда температура корпуса опускается ниже заданной величины. Нагрев корпуса кварца осуще-

Рис. 5

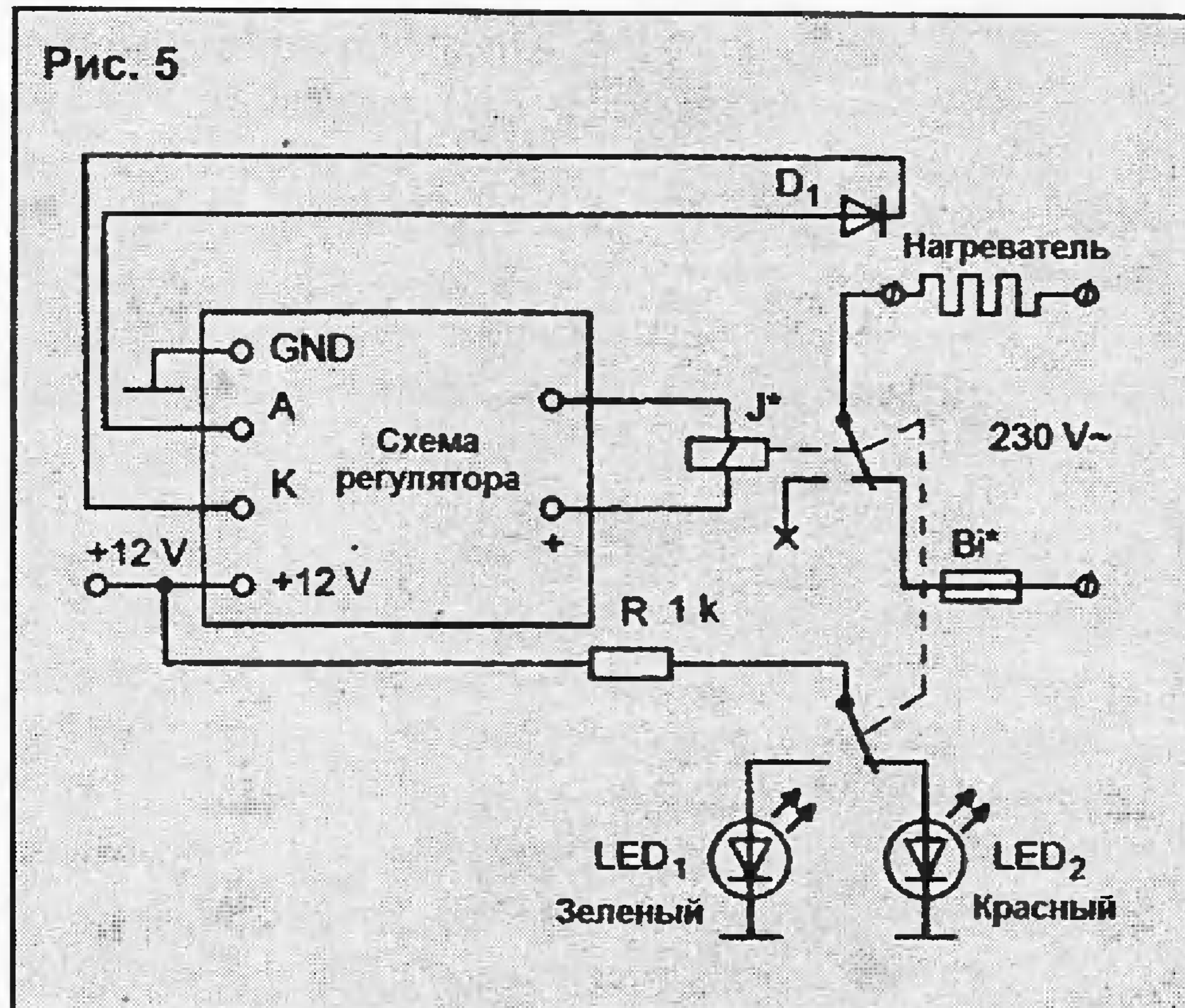
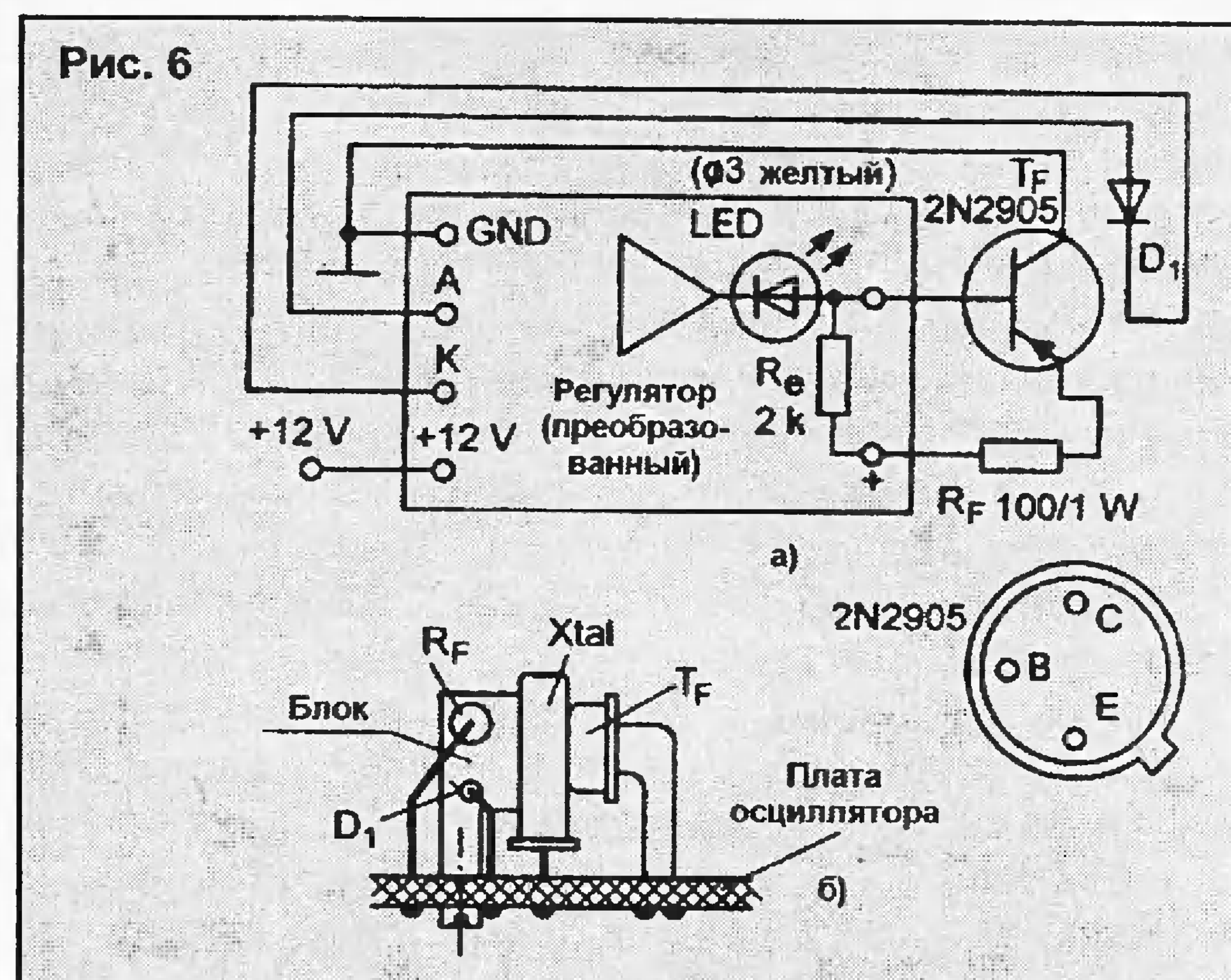


Рис. 6



ствляется транзистором T_F с металлическим корпусом, а также сопротивлением R_F в цепи его эмиттера (рис.6а).

Генератор тока построен на р-п-р-транзисторе, чтобы реализовать рабочий цикл, противоположный циклу вентилятора. Поскольку выходное напряжение ОУ не достигает +12 В, для надежного закрывания транзистора используются желтый светодиод и резистор R_e . Данный светодиод индицирует также включенное состояние нагревателя. В фазе нагрева в нагревательной цепи течет ток около 80 мА.

Для этого варианта на плате термореле (рис.3) следует сделать следующие преобразования:

- на место D3 припаиваем R_e сопротивлением 2 кОм;
- вместо D2 устанавливаем проволочную перемычку;
- на место R6 припаиваем светодиод;
- удаляем R7;
- на месте Т замыкаем точки базы и коллектора.

Рекомендуемая конструкция нагревательной цепи приведена на рис.6б. Резистор R_e и диод D1 (датчик температуры) помещаются в отверстиях, высверленных в небольшой алюминиевой пластинке, которая привинчивается к плате кварцевого генератора. Транзистор T_F с корпусом ТО-39 обогревает другую сторону корпуса резонатора.

Все детали должны находиться в хорошей термической связи друг с другом, поэтому резистор, диод, а также плоскости пластинки и транзистора, соприкасающиеся с корпусом резонатора, покрываем теплопроводящей силиконовой смазкой. Выводы диода изолируем тефлоновыми трубочками.

Собранную систему "укладываем" слоем поролона и монтируем в металлический корпус (на рисунке он не показан). Для этой схемы целесообразно уменьшить гистерезис (увеличить сопротивление $R5$ примерно до 330 кОм).

*Hobby Elektronika, №№1, 2/04.
Перевод В.Стасюка.*

Охрана с сотовым телефоном

А.КАШКАРОВ,
г.С.-Петербург.

Парк сотовых телефонов постоянно обновляется. У многих остаются в "запасниках" невооруженными старые модели мобильных телефонов, которые пылятся без дела. Такой телефон можно с успехом использовать в качестве

ствующими датчиками, тут же оповестит хозяина о покушении на охраняемое имущество, где бы тот ни находился.

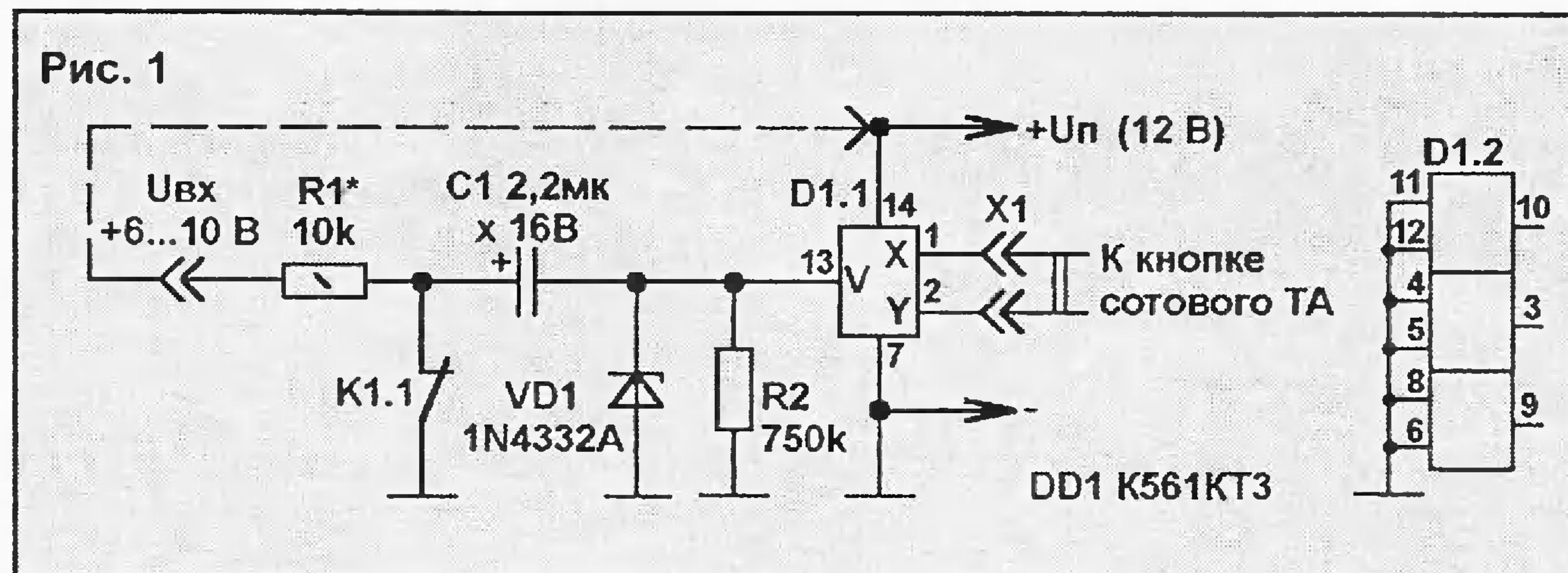
В каждом мобильном телефоне есть функция ускоренного вызова абонента одной кнопкой. Вся до-

щить об изменении состояния контролируемого объекта (функцию автоматической блокировки клавиатуры нужно отключить).

2. Аккуратно вскрыть верхнюю панель сотового телефона (где плоская клавиатура) и маломощным низковольтным паяльником (мощностью не более 25 Вт, напряжением 6...12 В) осторожно припаять два проводника минимальной длины (не более 0,8 м) из тонкого монтажного провода (типа МГТФ-0,3) к контактам какой-либо кнопки (например, "1"). Кнопку может быть несколько — для оповещения разных абонентов в различных друг от друга ситуациях. Проводники на другом конце лучше соединить с миниатюрным разъемом (например, РШ-2Н).

3. Собрать на маленькой плате из диэлектрического материала простое устройство-адаптер (рис.1), которое получает сигнал от датчиков, установленных на охраняемом объекте. На вход адаптера подается управляющее напряжение от любого из датчиков, например, от геркона К1.1, установленного возле входной двери, рядом с закрепленным на двери магнитом и срабатывающего при ее от-

Рис. 1



"незаметного" сторожа, который будет оповещать владельца о состоянии охраняемых объектов. Такие объекты могут быть самыми разными: квартира, загородный дом, сейф, автомобиль или персональный компьютер. Сотовый телефон, соединенный с соответ-

полнительная работа, касающаяся сотового телефона, сводится к трем шагам, которые сегодня способен сделать каждый школьник:

1. Войти в меню телефона и занести в память быстрого вызова номер телефона, куда надо сообщ-

крывании (отведении магнита от геркона).

Устройство собрано на популярной микросхеме K561КТ3, в состав которой входят 4 независимых ключа-коммутатора с управлением логическим сигналом (рис.2). При питании ключей от разнополярных источников (второй источник $-U_{пит}$

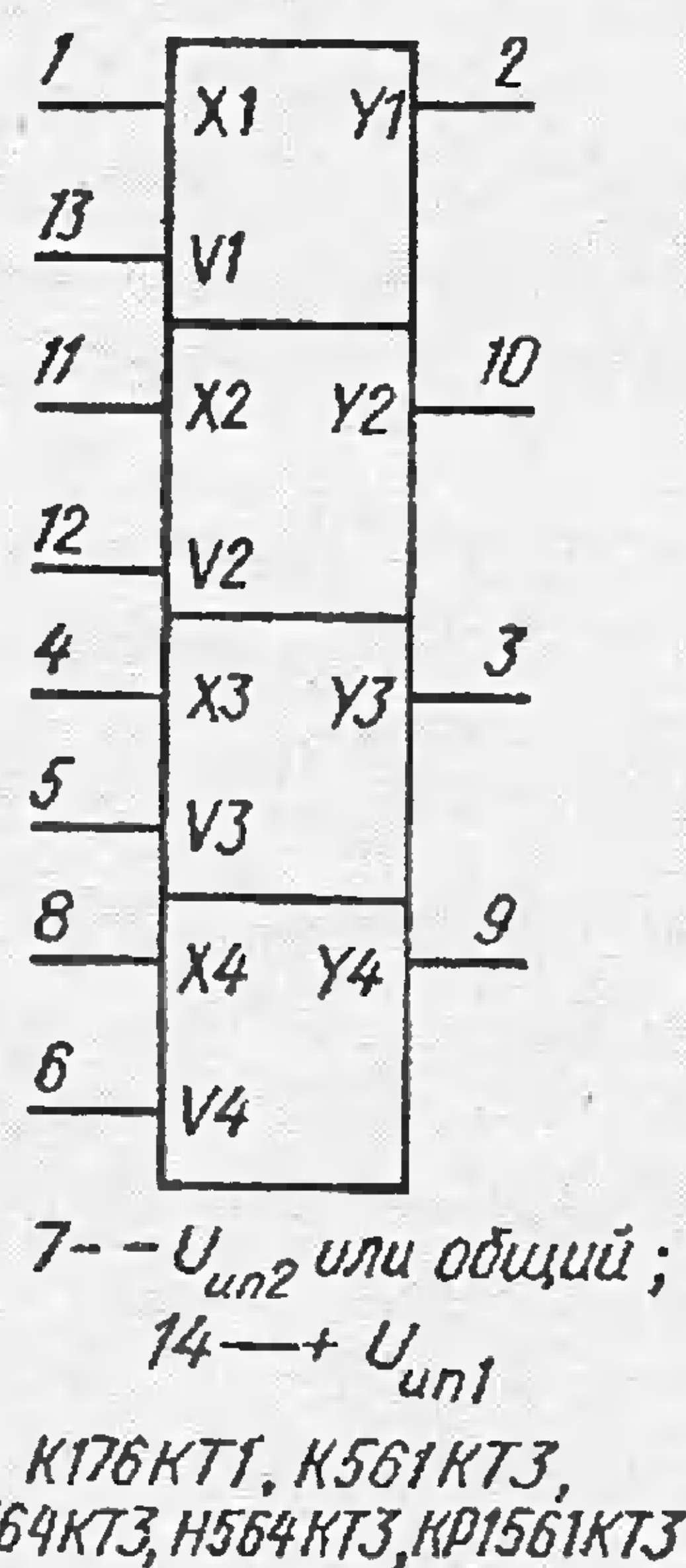
открытом состоянии — 80 Ом (около 500 Ом для K176КТ1).

При нагрузке 10 кОм на частоте 10 кГц отношение сигналов на выходе ключа в замкнутом и разомкнутом состояниях не хуже 65 дБ. Степень изоляции управляющей цепи от канала соответствует сопротивлению 10^{12} Ом.

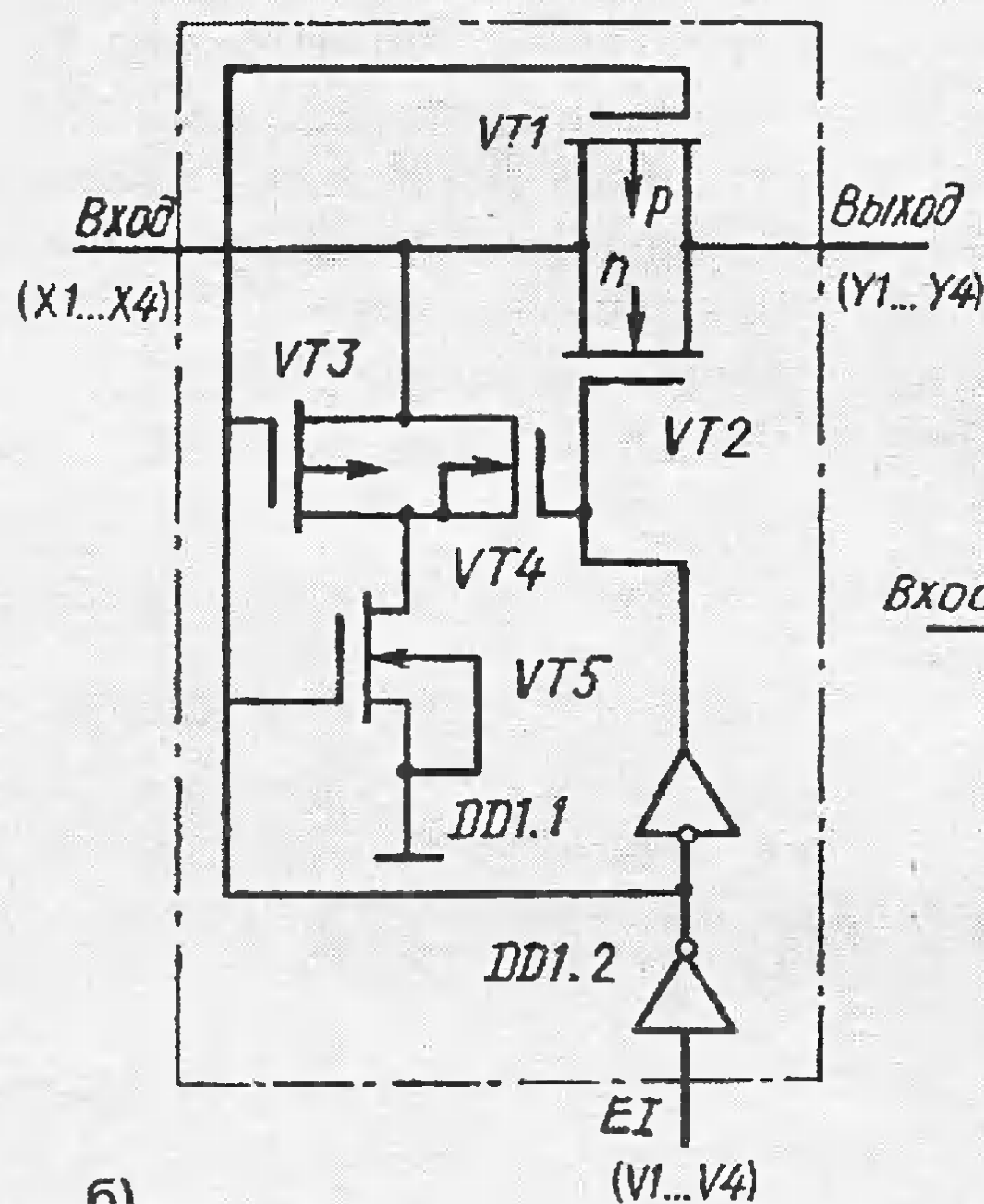
ко одиночный импульс. Стабилитрон VD1 защищает управляющий вход от повышенного и обратного напряжения, а резистор R2 шунтирует вход, снижая возможные помехи, приводящие к ложным срабатываниям ключа.

Постоянные резисторы в адаптере — типа МЛТ-0,25, MF-25 и ана-

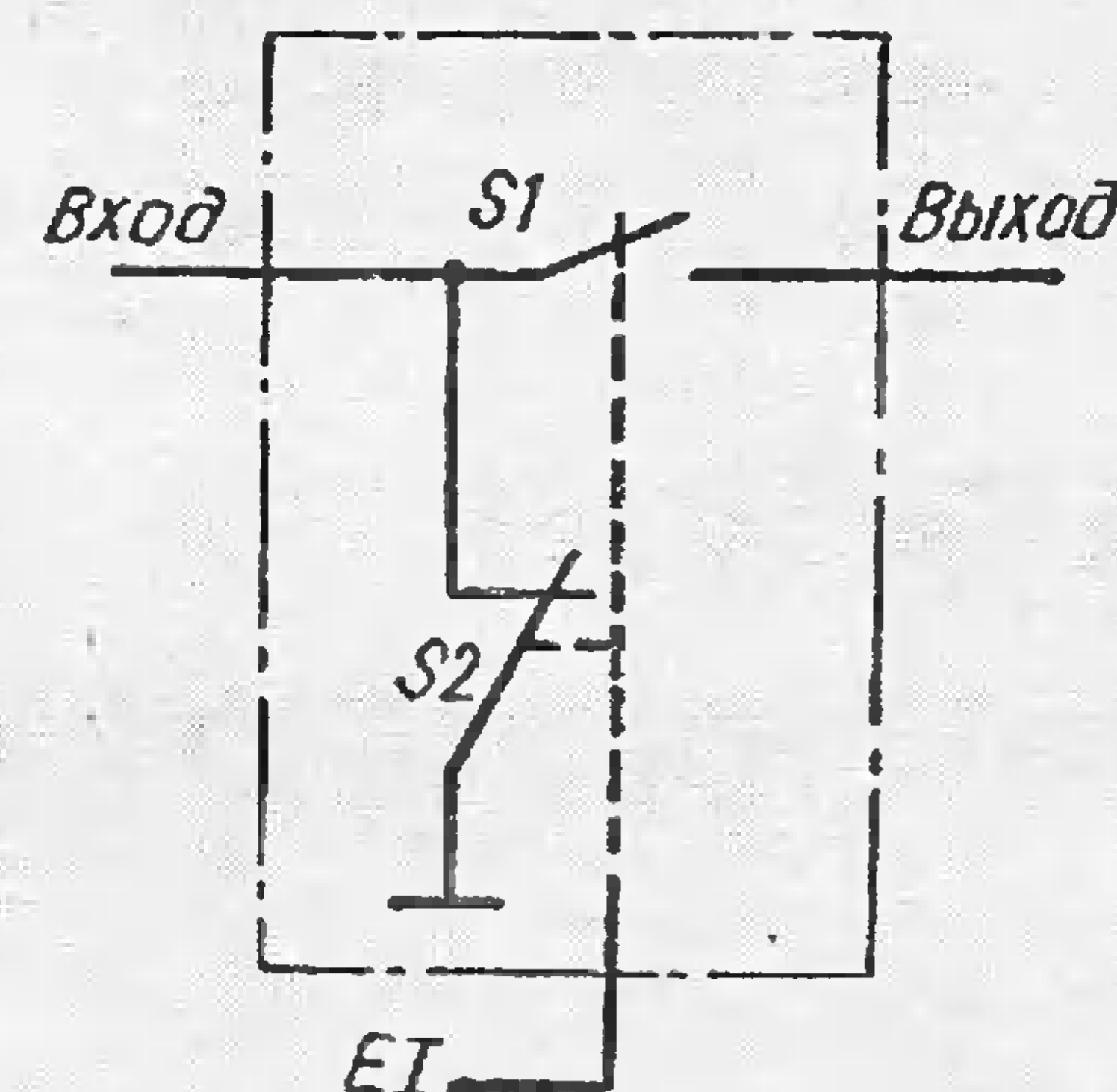
Рис. 2



а)



б)



включается на вывод 7 вместо общей шины) ключи могут коммутировать аналоговые сигналы переменного тока (амплитуда сигналов не должна превышать напряжения питания $+U_{пит}$ и $-U_{пит}$). Основные параметры ключей приведены в

Затухание между ключами на частоте 900 кГц и нагрузке 1 кОм составляет 50 дБ. Время задержки распространения сигнала в канале — 10...25 нс.

Сигнал от датчика проходит через ограничительный резистор R1 и

логичные. Оксидный конденсатор C1 — типа K50-29 или аналогичный. Стабилитрон может быть заменен на KC156A, BZX55 и т.п. Микросхему K561КТ3 можно заменить на 564КТ3, K1561КТ3, K176КТ1 (у K176КТ1 напряжение питания 9 В). Источник питания обязательно должен быть с понижающим трансформатором, стабилизированным.

После подключения устройства к сотовому телефону роль кнопки выполняет электронный ключ. Сигнал от датчика вызывает его срабатывание, тут же реагирует мобильный телефон, бесшумно и визуально не приметно оповещая хозяина о "проблемах" на объекте. Остается только следить за зарядом батареи сотового телефона.

Микросхема	Напряжение питания, В	Входной ток, мкА	Задержка распространения, нс	Входная емкость, пФ
K176КТ1	9	0,1	250	-
K561КТ3	5...15	0,05	25	10
564КТ3		0,05	25	500
K1561КТ3		0,3	20	-

таблице. Управляющий сигнал на входе V (рис.1) — высокий логический уровень, принятый для КМОП-микросхем (2,5...10 В в зависимости от напряжения питания). Сопротивление канала X-Y в

конденсатор C1, не пропускающий постоянную составляющую напряжения. Таким образом, даже при длительном воздействии, например, при замыкании K1.1, на управляющий вход ключа поступает толь-

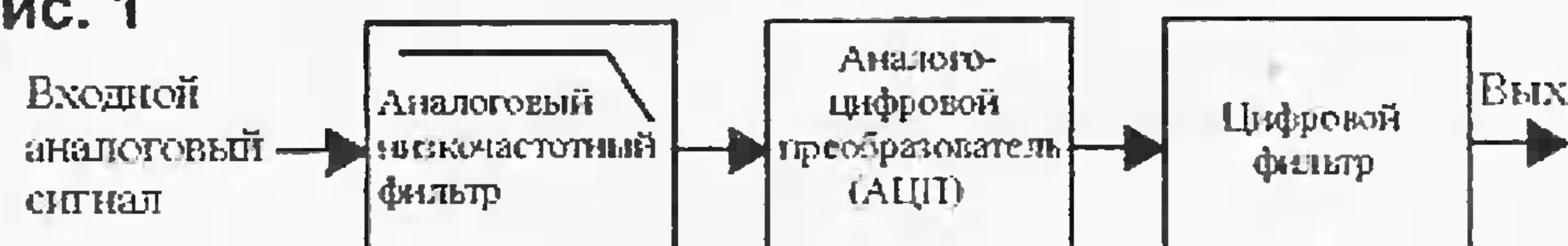
Аналоговые фильтры для систем сбора данных

К.БОРИСЕВИЧ,
г.Минск.

Аналоговые фильтры можно встретить во многих электронных схемах. Например, в многополосных аудиосистемах они используются для выделения частот, подаваемых на разные громкоговорители. В цифровых системах сбора данных фильтры позволяют предотвратить наложение внеполосного шума и интерференцию.

В данной статье рассматриваются аналоговые фильтры, которые уменьшают влияние паразитного шума в системах сбора данных. С помощью аналогового фильтра низких частот (ФНЧ) можно устранить помехи из сигнальной цепи до аналого-цифрового преобразования. В результате, выходной цифровой код после преобразования не содержит нежелательной (наложенной) информации.

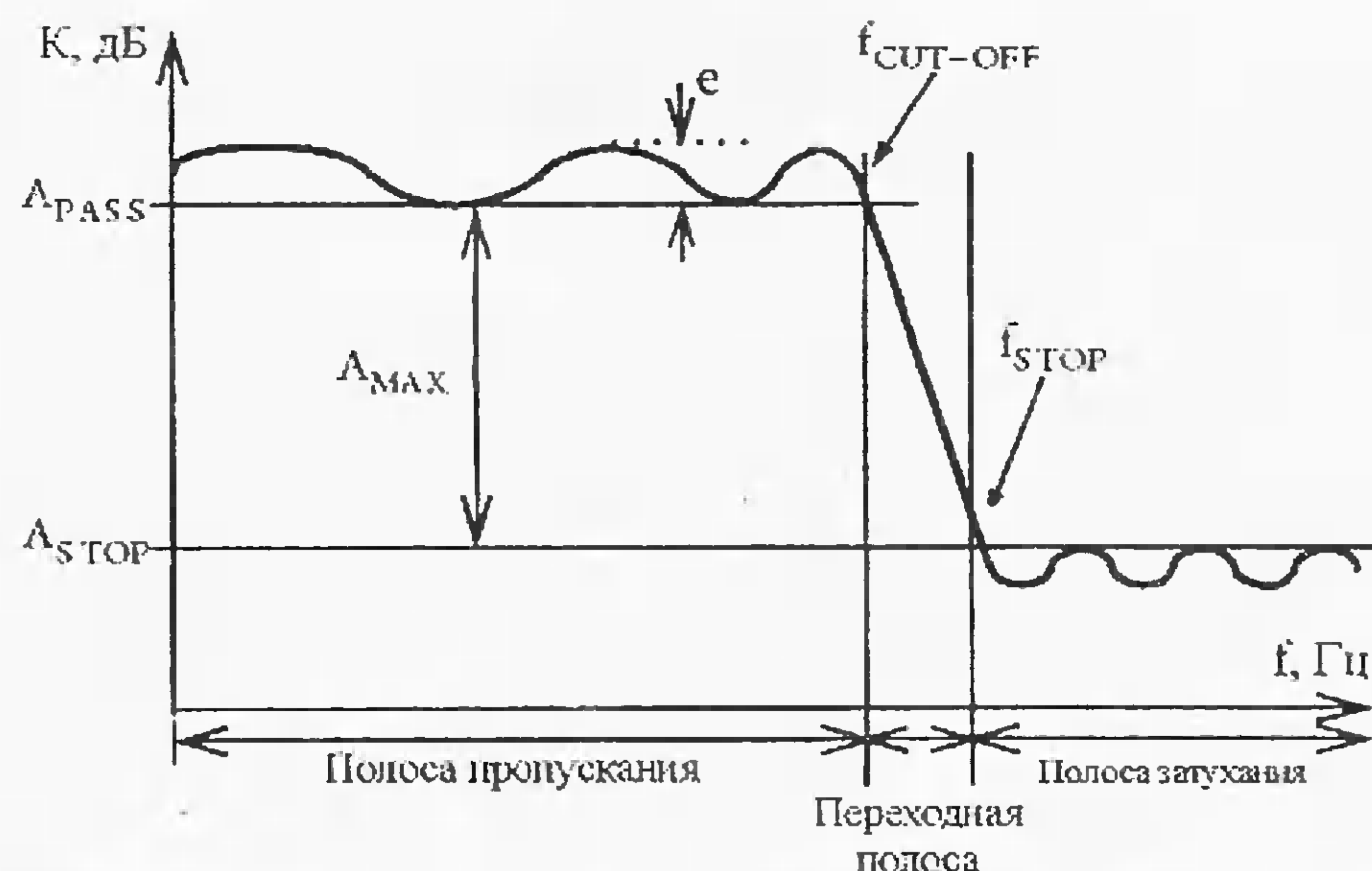
Рис. 1



Система обработки данных, включающая аналоговый фильтр (АФ), аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и цифровой фильтр (ЦФ), показана на рис.1. Аналоговый фильтр устанавливается на входе АЦП, а цифровой фильтр — на его выходе. Аналоговая фильтрация устраняет шум, наложенный на аналоговый сигнал, прежде чем он достигнет АЦП. В частности, это касается паразитных шумовых выбросов. Цифровая фильтрация не может устранить эти выбросы, и “шумовые пики”, наложенные на сигнал, могут вызвать перегрузку АЦП, хотя среднее значение сигнала находится внутри допустимого диапазона.

Цифровая фильтрация происходит после аналого-цифрового преобразования и устраняет шум, возникающий в самом процессе преобразования. Аналоговая фильтрация для этого не подходит. Цифровой фильтр можно сделать программируемым, что дает возможность легко устанавливать необходимую частоту среза.

Рис. 2



Аналоговый фильтр низких частот характеризуется следующими параметрами (рис.2):

- частотой среза ($f_{\text{CUT-OFF}}$), которая определяется как точка, соответствующая уровню -3 дБ на передаточной (амплитудно-частотной) характеристике для фильтров Баттерворта и Бесселя, или частота, при которой отклик фильтра выходит за пределы заданной неравномерности для фильтра Чебышева. Частотный диапазон от постоянного тока до частоты среза определяется как полоса пропускания;

- величиной отклика в полосе пропускания (A_{PASS}). Отклик в полосе пропускания может быть плоским и не иметь “волнистости” у фильтров Баттерворта и Бесселя, а у фильтра Чебышева имеет наравномерность вплоть до частоты среза (ϵ — погрешность пульсации);

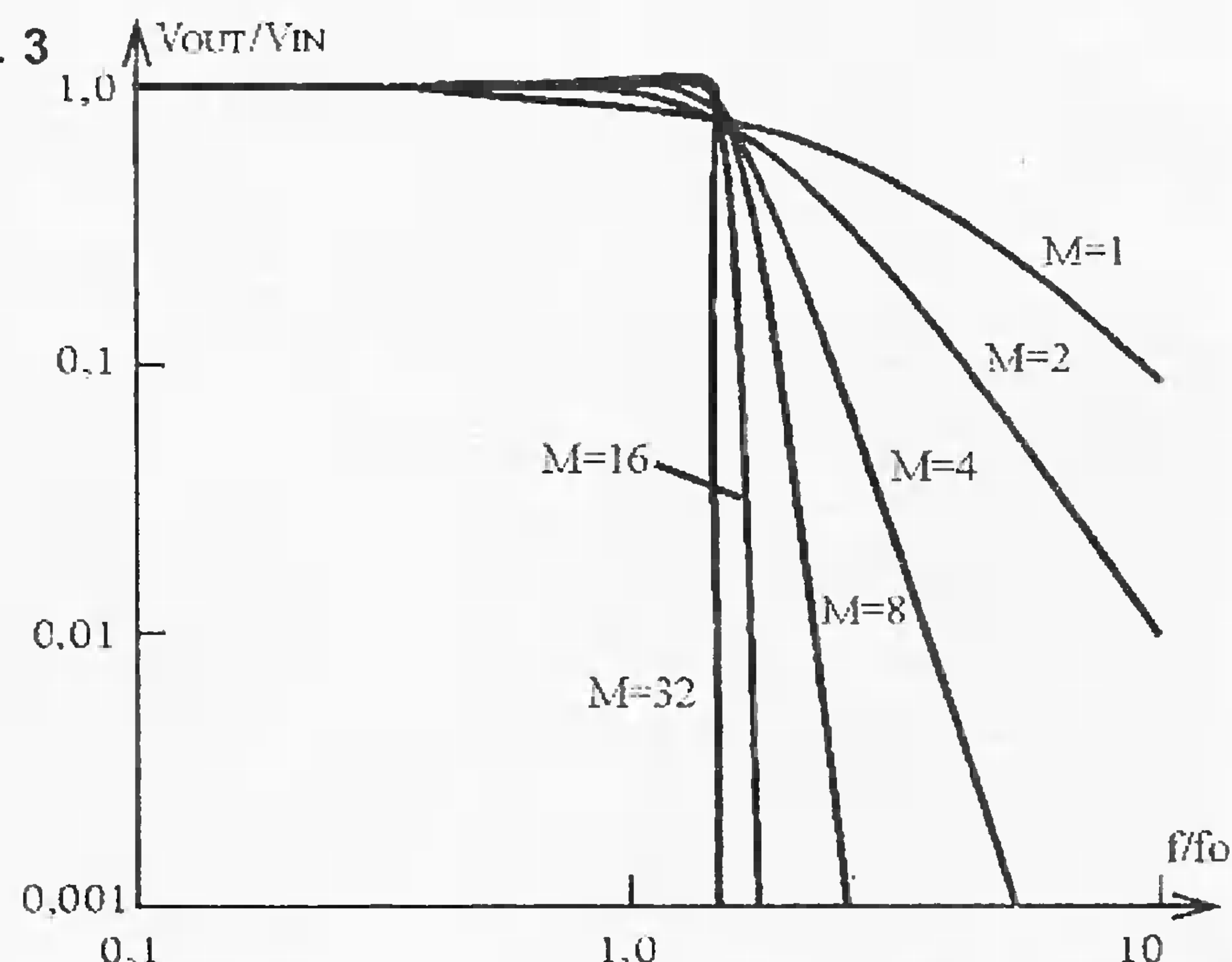
- коэффициентом усиления фильтра (A_{MAX}). Он определяется как разница между коэффициентом усиления в полосе пропускания и усилением, которое получается в полосе затухания ($A_{\text{MAX}} = A_{\text{PASS}} - A_{\text{STOP}}$). Если фильтр имеет волновой отклик в полосе пропускания, A_{PASS} определяется по его нижней границе;

- частотой затухания (f_{STOP}), при которой достигается максимальное ослабление фильтра (минимальный коэффициент усиления A_{STOP});

- порядком (M) фильтра, который определяется количеством полюсов на передаточной функции. К примеру, если фильтр имеет три полюса на своей передаточной характеристике, он считается фильтром третьего порядка.

С возрастанием порядка фильтра его переходная полоса становится уже, т.е. возрастает крутизна характеристики. Это иллюстрируют характеристики фильтров Баттерворта разных порядков (рис.3). Но увеличение порядка фильтров вызывает одновременно соответствующую

Рис. 3



щий рост аппаратных затрат. При конструировании большинства активных фильтров на каждые два полюса требуются один операционный усилитель (например, для ФНЧ 32-го порядка потребуется 16 операционных усилителей, 32 конденсатора и 64 резистора). А каждый усилитель, к сожалению, вносит свои ошибки смещения и добавляет шумы в полосу пропускания.

Наиболее часто при разработке активных аналоговых фильтров используются фильтры Баттерворта, Бесселя и Чебышева. Менее распространенными являются инверсные фильтры Чебышева, эллиптические фильтры и фильтры Кауэра.

Фильтр Баттерворта. Передаточная функция фильтра Баттерворта состоит из всех полюсов и вычисляется из выражения:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{G}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} \dots a_{n-1} s^2 + a_n s + 1},$$

где G — эквивалентен коэффициенту передачи (усиления) системы.

В табл. 1 приведены коэффициенты для фильтра Баттерворта. Хотя порядок фильтра Баттерворта теоретически может быть бесконечным, в таблице коэффициенты ограничены 5-м порядком. Фильтры Баттерворта имеют максимально плоскую характеристику в полосе пропускания, а в полосе затухания отсутствует “звон”

Табл. 1. Зависимость коэффициентов от порядка фильтра Баттерворта

M	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
2	1,0	1,4142136			
3	1,0	2,0	2,0		
4	1,0	2,6131259	3,4142136	2,6131259	
5	1,0	3,2360680	5,2360680	5,2360680	3,2360680

(рис. 4а). Коэффициент ослабления в переходной полосе лучше, чем у фильтра Бесселя (рис. 4б), но не настолько хорош, как у фильтра Чебышева (рис. 4в). Переходные характеристики фильтров (реакция на входной прямоугольный импульс) показаны на рис. 5.

Фильтр Бесселя. Передаточная функция фильтра Бесселя определяется выражением:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{G}{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots a_{n-1} s^{n-1} + s^n}.$$

Коэффициенты знаменателя фильтра Бесселя приведены в табл. 2 (до 5-го порядка фильтра). Фильтр Бесселя создает постоянную временную задержку сигнала в зависимости от частоты. Математически это соотношение выражается так:

$$T_3 = -\Delta\theta \cdot \Delta f,$$

где T_3 — величина задержки (в секундах);

Рис. 4

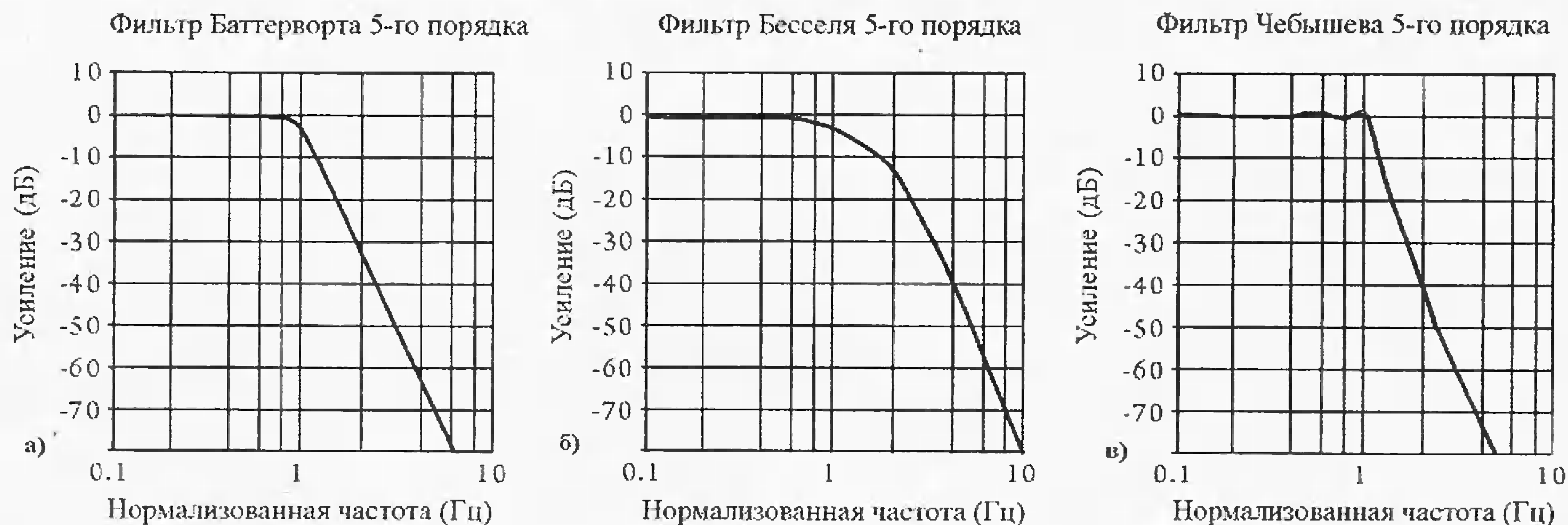
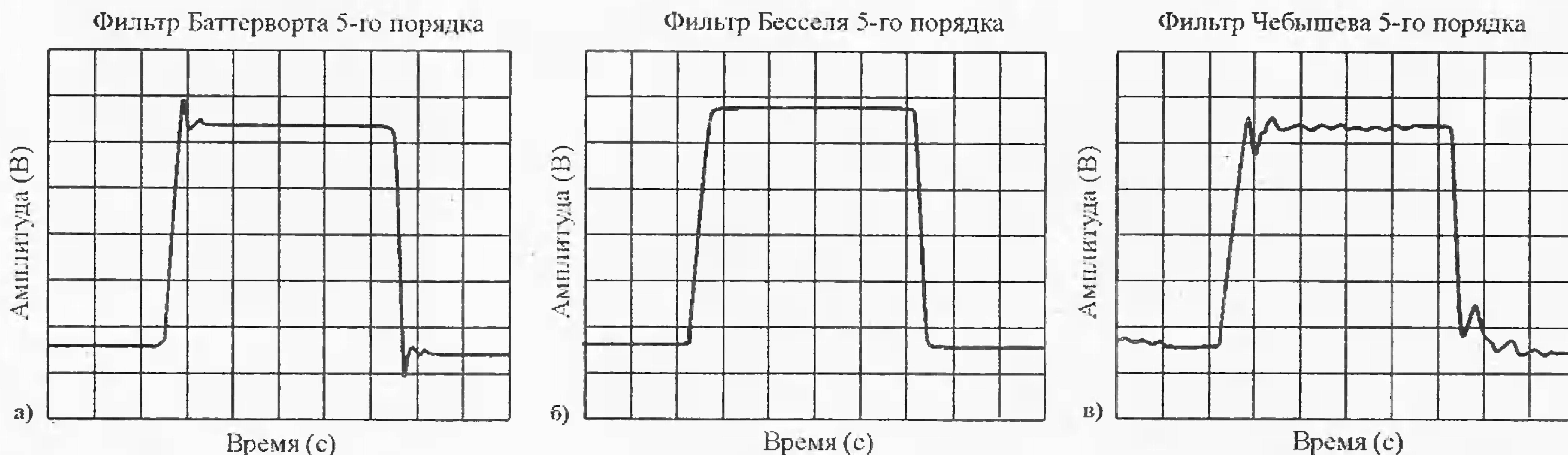


Рис. 5



Θ — фаза (в градусах);
 f — частота (в герцах).

Табл.2. Зависимость коэффициентов от порядка фильтра Бесселя

M	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
2	3	3			
3	15	15	6		
4	105	105	45	10	
5	945	945	420	105	15

Фильтр Чебышева. Передаточная функция фильтра Чебышева выражается соотношением:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{G}{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_{n-1} s^{n-1} + s^n}$$

Частотный отклик в полосе пропускания имеет “волнистый” вид (рис.4в). При этом увеличение неравномерности характеристики в полосе пропускания одновременно сужает переходную полосу фильтра. Коэффициенты знаменателя для фильтра Чебышева с неравномерностью 0,5 дБ приведены в табл.3 (до 5-го порядка фильтра). У фильтров Чебышева ход характеристики в переходной полосе круче, чем в фильтрах Бесселя и Баттерворта.

Табл.3. Зависимость коэффициентов от порядка фильтра Чебышева (с неравномерностью 0,5 дБ)

M	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
2	1,516203	1,425625			
3	0,715694	1,534895	1,252913		
4	0,379051	1,025455	1,716866	1,197386	
5	0,178923	0,752518	1,309575	1,937367	1,172491

Аналого-цифровые преобразователи при оцифровке аналоговых сигналов обычно работают с постоянной частотой дискретизации. При частоте квантования (f_s), обычно называемой частотой Котельникова-Найк-

в нижнюю часть рабочего диапазона с сохранением амплитуды. В результате, невозможно установить различие между сигналами более низких частот (ниже $f_s/2$) и более высоких (выше $f_s/2$), т.е. происходит аляйзинг (наложение спектров) как показано на рис.6.

На обоих частях рисунка по оси X отложена частота квантования системы f_s . На рис.6а показаны пять частей частотного диапазона. Сегмент $N=0$ располагается от постоянного тока до половины частоты дискретизации. В этой части диапазона система надежно оцифровывает аналоговый сигнал. В тех сегментах, где $N>0$, “содержимое” аналогового сигнала будет записано оцифровывающей системой в диапазон $N=0$. Математически эти более высокие частоты будут “отражены” вниз, согласно следующему выражению:

$$f_{ALIASED} = |f_{IN} - Nf_s|. \quad (1)$$

Для примера возьмем частоту квантования системы $f_s=100$ кГц. Частотные составляющие входного сигнала равны:

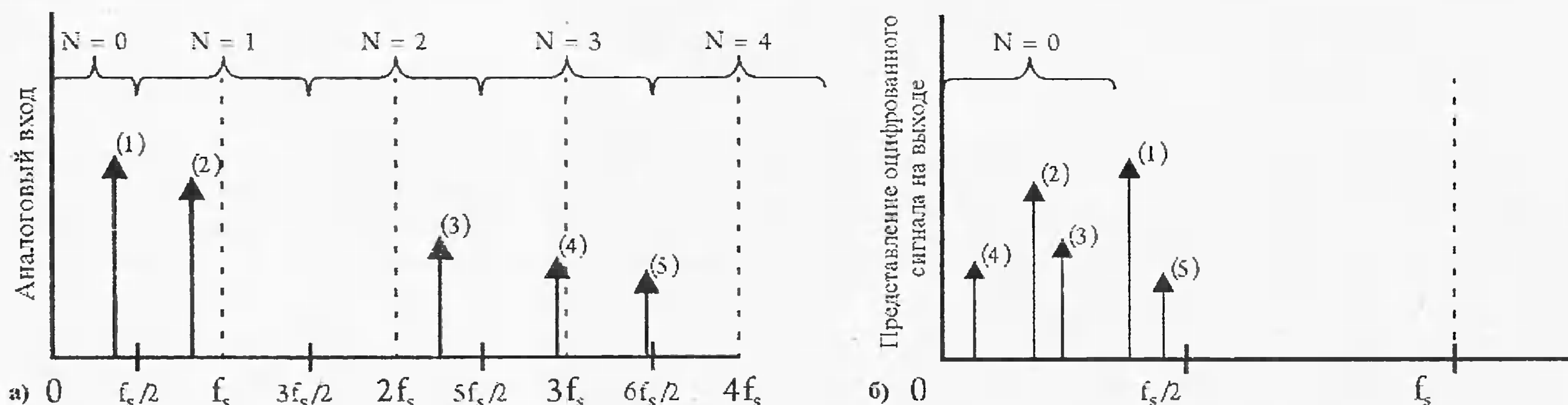
$$\begin{aligned} f_{IN}(1) &= 41 \text{ кГц}; \\ f_{IN}(2) &= 82 \text{ кГц}; \\ f_{IN}(3) &= 219 \text{ кГц}; \\ f_{IN}(4) &= 294 \text{ кГц}; \\ f_{IN}(5) &= 347 \text{ кГц}. \end{aligned}$$

Оцифрованный выходной сигнал будет содержать точную информацию о всех этих входных сигналах, однако четыре из них будут отражены в частотный диапазон от постоянного тока до $f_s/2$ (от 0 до 50 кГц). Используя уравнение (1), получим частоты выходных сигналов:

$$\begin{aligned} f_{OUT}(1) &= |41 - 0 \cdot 100| = 41 \text{ (кГц)}; \\ f_{OUT}(2) &= |82 - 1 \cdot 100| = 18 \text{ (кГц)}; \\ f_{OUT}(3) &= |219 - 2 \cdot 100| = 19 \text{ (кГц)}; \\ f_{OUT}(4) &= |294 - 3 \cdot 100| = 6 \text{ (кГц)}; \\ f_{OUT}(5) &= |347 - 4 \cdot 100| = 53 \text{ (кГц)}. \end{aligned}$$

Следует заметить, что частоты всех этих сигналов находятся в пределах между постоянным током и $f_s/2$,

Рис. 6



виста, все входные сигналы с частотами ниже $f_s/2$ надежно “оцифровываются”. Если же входной сигнал содержит частоты, превышающие $f_s/2$, они “отражаются”

т.е. информация об их амплитуде надежно фиксируется.

(Окончание следует)

Возвращаясь к напечатанному
(№2/10, С.24)

Полосовой фильтр для РЧ

После опубликования статьи ко мне обратился радиолюбитель А.Никонов, UA3SEQ. Он провел эксперименты с фильтрами и отмечает, что фильтры на трансфлюкторах ведут себя как полосовые, со всеми присущими им свойствами. Если к контурам этих фильтров добавлять дополнительные, намотав рядом с основными дополнительные катушки и подключив к ним конденсаторы, получаем некоторое увеличение добротности и, соответственно, сужение полосы пропускания при со-

хранении затухания в полосе пропускания. Схема полосового фильтра А.Никонова на частоту 14 МГц приведена на рис.1, его АЧХ — на рис.2. Сердечники (трансфлюкторы) использовались отечественные, М30ВН-6 типоразмера К16х9х7. К сожалению, “родные” ферриты проявили один неприятный эффект: затухание в полосе пропускания заметно зависело от экземпляра сердечника. Мелкие сколы краев, закругление кромок и пр. приводили к заметному увеличению затухания (до 4...5 дБ).

В принципе, более 4-х контуров в таком фильтре неоправданно его усложняют. По количеству элементов, удобству настройки, затуханию в полосе и на “зеркальном” канале 4-контурный ПФ является оптимальным для домашнего изготовления. Главная проблема — наличие соответствующих трансфлюкторов (“биноклей”).

К этому стоит добавить, что многие радиолюбители при намотке катушек (например, диапазонных ПФ) используют ныне, кроме обмоточных, и монтажные провода, например, с фторопластовой изоляцией (МГТФ, МС и т.п.). При одном и том же сечении по меди провода МГТФ имеют большее количество проводочков и большую поверхность, снижая скин-эффект. Провода МС содержат хотя и меньшее число проводочков, но покрытых серебром, что тоже благоприятно сказывается на добротности контуров с катушками, намотанными этими проводами.

Все было бы здорово, но проходит время, провода, в силу капиллярности их жил, втягивают влагу из воздуха, окисляются и превращаются в подобие “литцендрата”, когда поверхность каждого проводка жилы покрывается у МГТФ окисью меди, а у МС — окисью серебра. Та и другая обладают худшей проводимостью, и параметры катушек “уезжают”.

Чтобы этого не происходило, предлагаю выводы катушек после намотки герметизировать лаком, герметиком или клеем, что позволит сохранить жилы проводов неизменными, как и параметры контуров, катушки которых намотаны монтажными проводами.

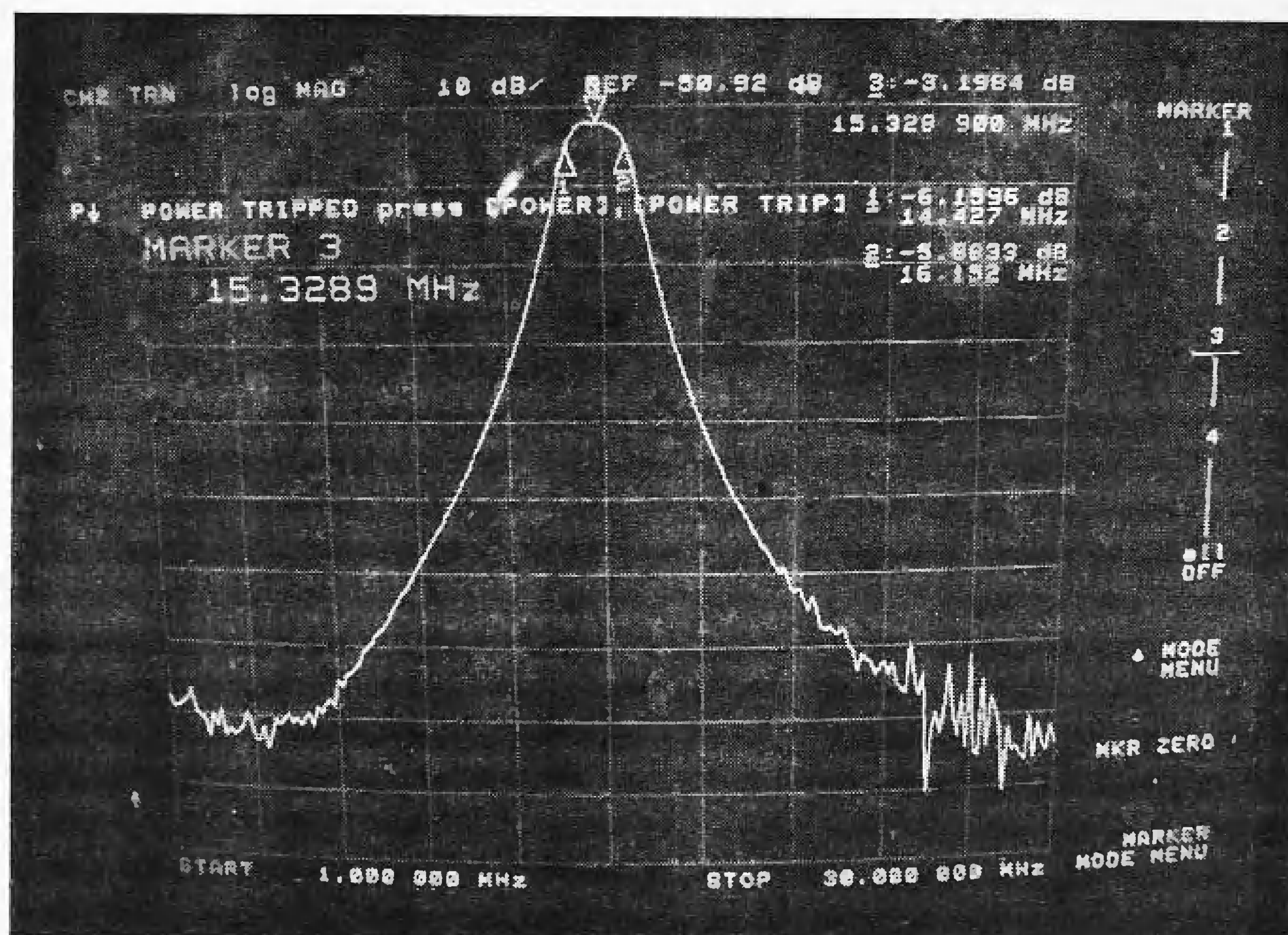
Материал подготовил В.Беседин,
г.Тюмень

Рис. 1

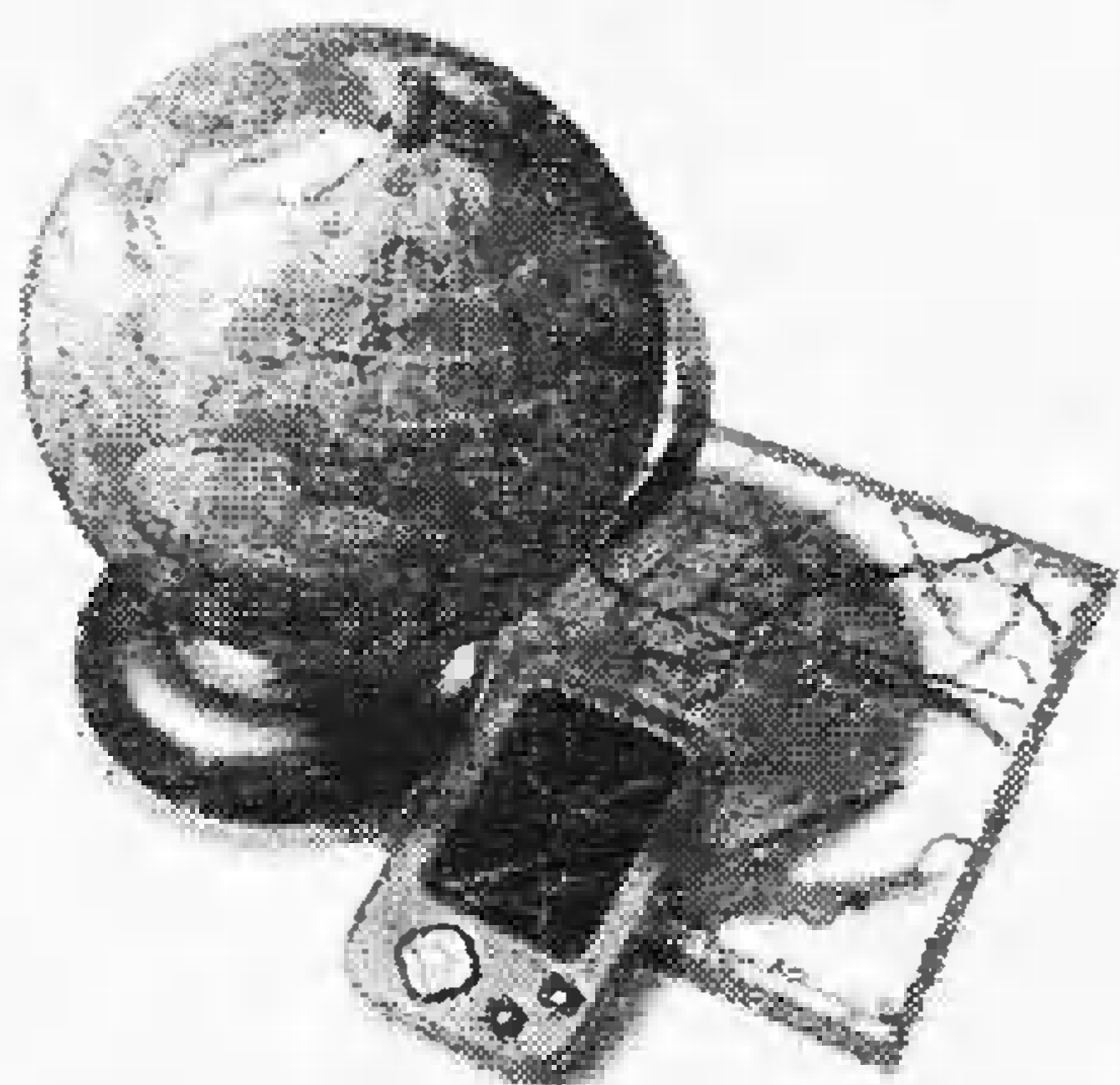
Полосовой фильтр на 14 МГц



Рис. 2



Спутниковая навигация



Global Positioning System (GPS), как и многие вошедшие в обиход технологии, например, Интернет, изначально разрабатывалась для военных, и только потом постепенно была рассекречена и стала доступной рядовым гражданам. Появление GPS относится к декабрю 1973 г. Именно тогда над ней начались работы в ВВС США. Полученная в результате 5-летнего труда система получила название **NAVSTAR** (NAVigation Satellite providing Time And Range — Спутниковая навигационная система определения координат во времени). С ее помощью американские военные могли, невзирая на неблагоприятные погодные условия, определять координаты любых объектов на суше, на воде и даже на околоземной орбите.

В течение первых лет эксплуатации военные никак не хотели менять старые, привычные всем, системы навигации на новую "дикушку", NAVSTAR оказалась нерентабельным проектом, и, чтобы хоть как-то ее окупить, ее рассекретили.

Так с 1983 г. GPS официально стала гражданской. Но вначале в целях государственной безопасности в сигнал, передаваемый на гражданские приемники, умышленно вносились помехи для неточной работы GPS-устройств. Это сильно тормозило развитие рынка спутниковых навигаторов, поскольку покупать устройство, способное ошибиться на 100 или даже на 1000 м, гражданскому человеку было неинтересно. Отмена в 2000 г. этой "коррекции" способствовала популяризации GPS. После этого она стала стремительно развиваться, и сегодня яв-

ляется фактически монополистом в области гражданской навигации.

Российский проект **ГЛОНАСС** (ГЛОбальная НАциональная Спутниковая Система) начал разрабатываться в СССР в конце 70-х годов прошлого века, т.е. одновременно с GPS. Летные испытания навигационной системы были начаты в октябре 1982 г. запуском спутника "Космос-1413", а в 1995 г. было завершено ее развертывание до штатного состава. На заданные орбиты были выведены 24 космических аппарата, разработаны комплексы самолетной, наземной и морской аппаратуры.

Всего с октября 1982 г. по декабрь 1998 г. на орбиту были выведены 74 навигационных спутника "Ураган". За время развертывания системы 6 "Ураганов" оказались на нерасчетных орбитах из-за отказов разгонных блоков. По оценкам, проведенным в 1997 году, на развертывание системы было потрачено почти 25 млрд долларов. Как и NAVSTAR, поначалу ГЛОНАСС использовалась только для военных нужд, но с 2007 г. она является открытой системой для всех пользователей.

В настоящее время состав орбитальной группировки еще не обеспечивает 100% доступность услуг ГЛОНАСС на территории всей России, однако количество видимых над горизонтом спутников ГЛОНАСС равняется, как правило, не менее 3. Полная группировка в составе 24-х спутников должна быть развернута в 2010 году, но, по заявлениям продавцов навигационного оборудования, для ориентирования наземных пользователей (автомобилистов, грибников, туристов и т.п.) система, в принципе, пригодна прямо сейчас.

Спутниковую навигационную систему **Galileo** (общее название **GNSS Galileo** — Global Navigation Satellite System — Глобальная система спутниковой навигации), отличную от американской и российской, продвигает Европейское космическое агентство

(European Space Agency). Основное отличие заключается в ее изначально гражданской ориентации. Разработкой проекта занимались ученые из 17 европейских стран (Австрии, Бельгии, Германии, Франции и др.). Так что ни о каком преднамеренном ухудшении качества сигнала в данном случае речь идти не может: Galileo де-юре и де-факто не контролируют ни военные, ни правительственные структуры.

Концепция Galileo была предложена совместно Германией, Великобританией, Францией и Италией в 1999 г. Решение о начале работ над проектом принято ЕС и Европейским космическим агентством (ЕКА) 26 мая 2003 г. Стартовая проектная стоимость оценивалась в 1,1 млрд. евро, окончательная — в 3,5 млрд. евро.

В 2003 г. к программе присоединился Китай, который инвестировал 230 млн. евро, но после проваленных сроков запуска европейской системы сконцентрировался на собственном проекте Beidou. В 2004 г. договор о партнерстве в рамках Galileo подписал Израиль. Еще через год к проекту присоединились Украина, Индия и Саудовская Аравия. О своем сотрудничестве заявила Южная Корея.

24 апреля 2008 г. ЕС одобрил новый план развития Galileo. Курировать реализацию поручено специально для этого учрежденной комиссии Galileo Interinstitutional Panel (GIP), состоящей из представителей Еврокомиссии, Европарламента и Европейского совета.

В случае успешной реализации GNSS Galileo будет состоять из 30 спутников, расположенных на трех средних орбитах MEO (Middle-Earth Orbit) с наклоном 56° к плоскости экватора и высотой 23616 км. Такой угол наклона выбран для лучшей наблюдаемости в средних широтах северного полушария. На каждой орбите разместится группа из 9 работающих и 1 резервного спутника. Выбор конфигурации орбитальной группировки основан на максимальном времени

работы и быстрой замене вышедших из строя аппаратов без серьезных нарушений в работе.

Кроме основной группы спутников на MEO, Galileo дополняют спутники системы SBAS (Space Based Augmentation System), размещенные на геостационарной орбите и предназначенные для мониторинга состояния навигационной системы и ретрансляции сигналов о ее состоянии на наземные станции. Таким образом, Galileo может стать наиболее технологически совершенной системой навигации в мире. Предполагается, что точность определения координат на плоскости будет достигать 4 м, а по высоте — 8 м. Точность привязки по времени составит около 50 нс.

После всех горячих дискуссий, отсрочек и превышений бюджета Galileo наконец начинает обретать форму. К запуску готовятся 4 спутника. Это так называемые "GIOVE" (Galileo In-Orbit Validation Element — орбитальные проверочные элементы системы Galileo) — аппараты, которые должны подтвердить работоспособность системы. Запускаться спутники будут парами в конце 2010 г. и начале 2011 г. и станут вместе с уже выведенными в космос "GIOVE-A" (2005 г.) и "GIOVE-B" (2008 г.) передавать навигационные сигналы для демонстрации того, что Galileo — реальный проект.

Свою независимую спутниковую навигационную систему с 1993 г. разворачивает и Китай. Проект **Beidou** (название созвездия Большой Медведицы) стартовал 30 октября 2000 г. Тогда на орбиту был выведен первый спутник "Beidou 1A", через месяц — его брат "Beidou 1B". Но третий спутник был выведен на орбиту только 24 мая 2003 г.

Уже эксплуатируемые спутники располагаются на одной геостационарной орбите, поэтому определять по ним свои координаты могут только жители Китая и прилегающих к нему областей. Однако недавно Китай запланировал начать развертывание системы **Beidou-2**, в которую будет входить 35 спутников, расположенных на 5 геостационарных орбитах. Доступ к

навигационной системе будет предоставлен не только военным, как заявлялось ранее, но и гражданским лицам. Китай обещает, что гражданский доступ будет обеспечивать определение координат с точностью до 10 м. Конечно же, военные смогут получать более точные данные. Кроме того, зону охвата предполагается расширить до территории всего мира.

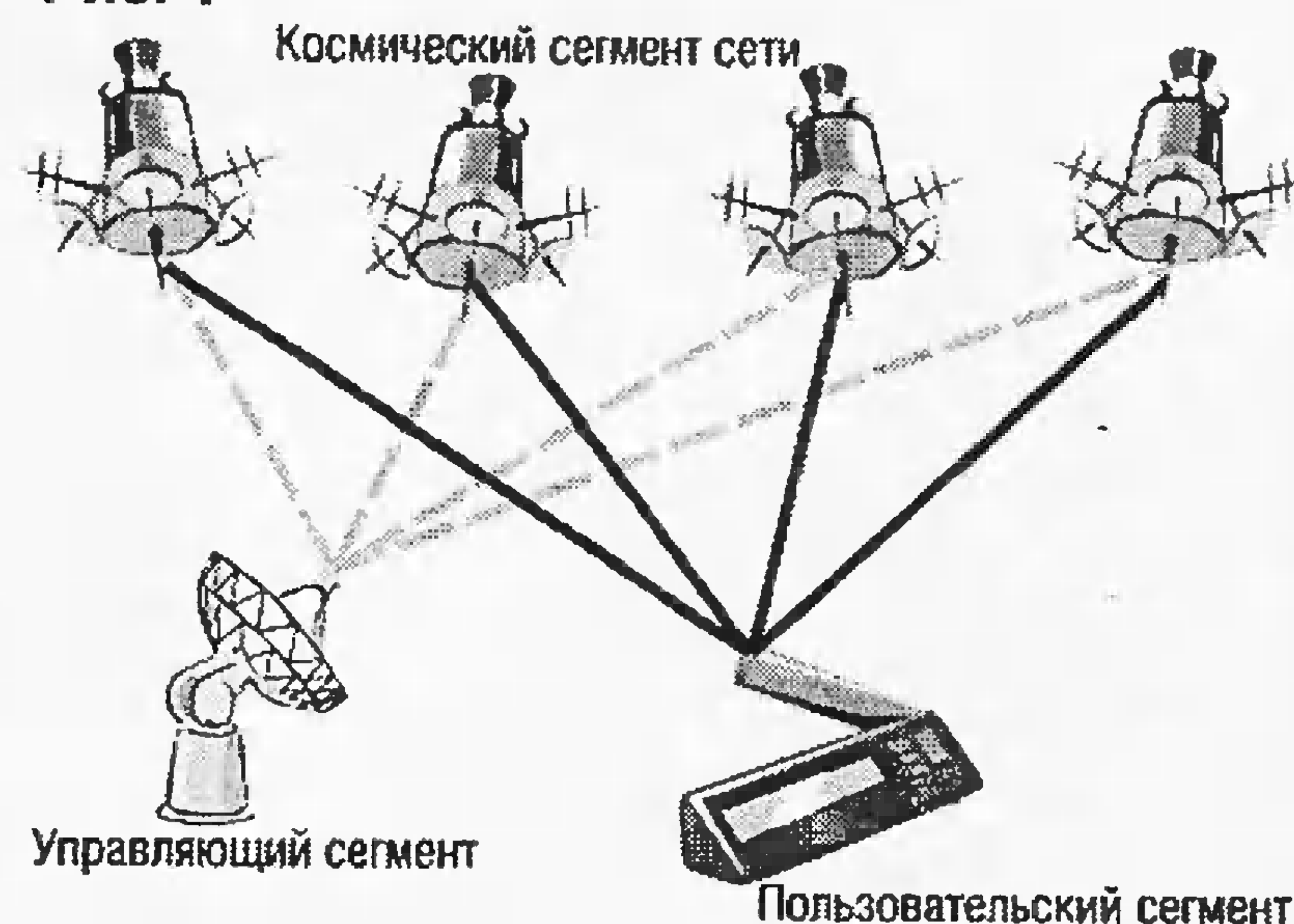
В 2006 г. индийским правительством утвержден проект создания **IRNSS** (Indian Regional Navigation Satellite System) — Индийской региональной навигационной спутниковой системы. Система разрабатывается ISRO (Индийское космическое агентство), а бюджет составляет около 300 миллионов долларов. IRNSS будет обеспечивать непрерывную навигацию на территории Индии и сопредельных государств. Политической целью является альтернатива GPS, которая контролируется США. Система IRNSS будет находиться под полным контролем правительства Индии. Навигаторы для системы также будут выпускаться исключительно индийскими компаниями.

Спутниковая группировка индийской системы, согласно проекту, должна состоять из 7 космических аппаратов. Из них 3 будут находиться на геостационарных орбитах, а 4 — на геосинхронных (т.е. вращаться со скоростью вращения Земли, но располагаться не над экватором, а под углом 29°). Это позволит обеспечить постоянную видимость спутников для наземных станций контроля и мониторинга. Дата завершения проекта — 2012 год. Ожидается, что на территории Индии (а также на расстоянии около 2000 км вокруг) погрешность определения местоположения составит не более 20 м.

"Винтики" в системе GPS

Система спутниковой навигации GPS состоит из трех больших сегментов (рис.1). Низшим звеном можно назвать все пользовательс-

Рис. 1

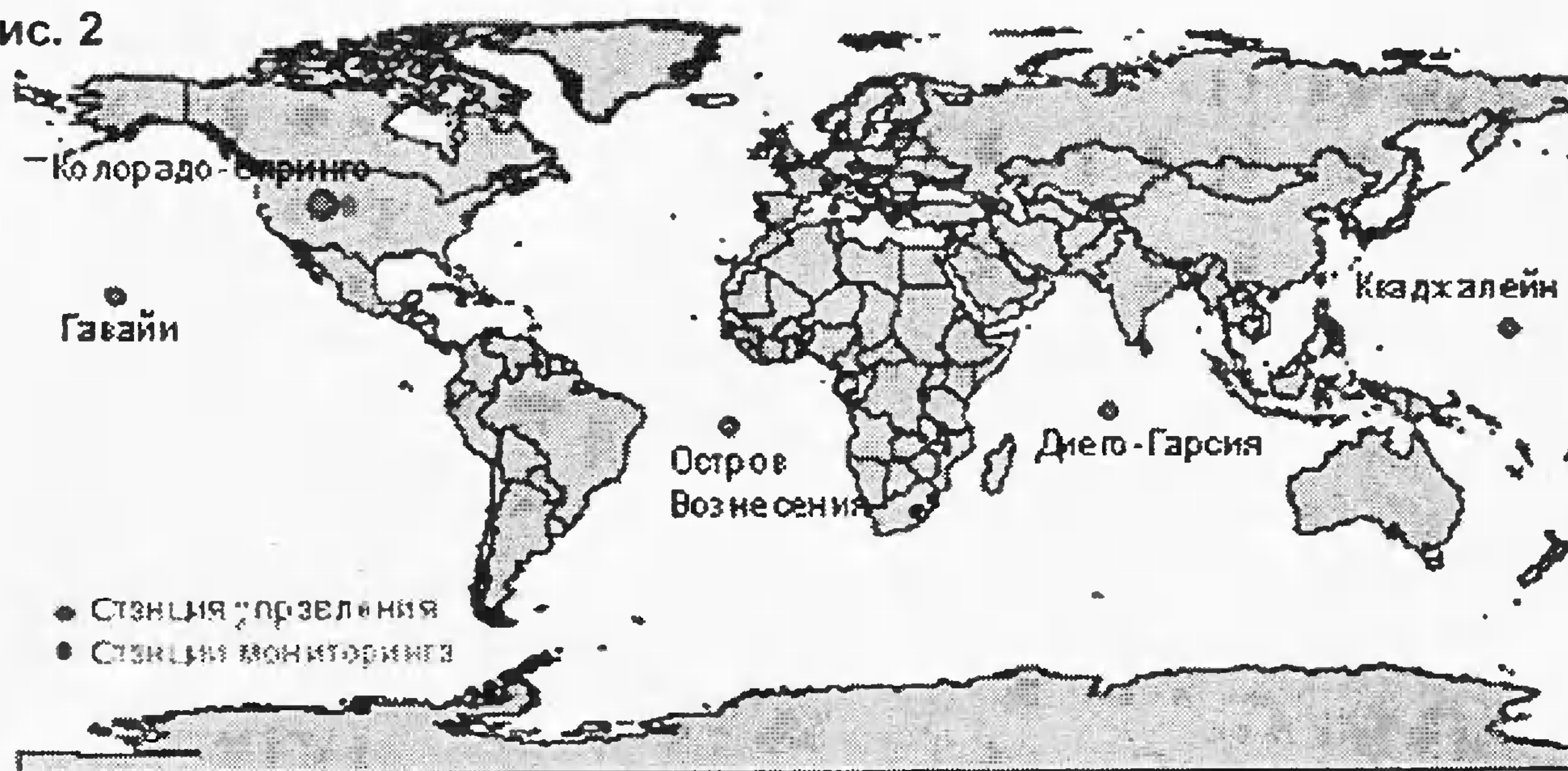


кие GPS-устройства, которые принимают спутниковый сигнал и производят внутренние расчеты для определения своего положения. Эти устройства бывают совершенно разными в зависимости от назначения, условий эксплуатации и пр.

Высшим звеном является космический сегмент (орбитальная группировка), т.е. необходимый для качественного приема сигнала в любой точке планеты набор спутников, расположенных вокруг Земли и излучающих навигационные сигналы. Спутники расположены на 6-ти орбитах на высоте около 20000 км. Период обращения спутников составляет 12 часов. Таким образом, за сутки каждый спутник совершает два полных оборота вокруг Земли. Первый спутник (модификации "GPS-I") был запущен в феврале 1978 г. За последние 30 лет на орбите сменилось несколько модификаций GPS-спутников: "GPS IIA", "GPS IIR", "GPS IIR-M". В процессе модернизации снижался вес спутников, повышалась их надежность. Срок "жизни" каждого спутника — около 10 лет. По истечении этого времени их приходится заменять.

Третье звено в системе GPS — это наземные управляющие станции, которые осуществляют постоянное слежение за спутниками и передают на них данные для корректировки орбит. Наземный сегмент состоит из 5 контрольных станций и главной станции управления, расположенных на военных базах США: на островах Кваджалейн и Гавайях в Тихом океане, на ос-

Рис. 2



трово Вознесения, на острове Диего-Гарсия в Индийском океане и в Колорадо-Спрингс (рис.2). Главная управляющая станция (Master Control Station — MCS) находится на базе ВВС “Шривер” в Колорадо.

В задачи станций мониторинга входит прием и измерение навигационных сигналов, поступающих с GPS-спутников, вычисление различного рода ошибок и передача этих данных на станцию управления. Совместная обработка полученных данных позволяет вычислить отклонение траекторий спутников от заданных орбит, временные сдвиги бортовых часов и ошибки в навигационных сообщениях. Мониторинг состояния GPS-спутников происходит практически непрерывно. “Загрузка” навигационных данных, состоящих из прогнозируемых орбит и поправок часов для каждого из спутников, осуществляется каждые 24 часа, в момент, когда он находится в зоне доступа станции управления.

Каждый GPS-спутник передает несколько видов информации:

1. **Эфимерис (ephemeris)** — данные о состоянии спутника (рабочее, нерабочее, аварийное и т.п.), текущая дата и точное время. Спутники передают свои эфимерисы каждые 30 с, причем актуальной переданная ими информация остается только 30 минут.

2. **Альманах (almanac)** — информация о точных координатах передающего спутника, а также о параметрах орбит всех остальных спутников. Эти данные не очень точны, но они действительны в течение нескольких месяцев.

3. **Псевдослучайный код (Pseudo Random Number code — PRN)**. Это, собственно, и есть навигационный сигнал, который бывает двух типов — грубый (**Coarse Acquisition code — C/A-код**) и точный (**Precision code — P-код**).

Всю эту информацию спутники передают на двух радиочастотах — L1 и L2. На частоте L1 (1575,42 МГц) ведется передача сигнала стандартной точности на основе C/A-кода, его принимают гражданские приемники. Частота L2 (1227,6 МГц) предназначена для военных целей, поэтому на ней передается более точная информация, т.е. она модулируется P-кодом. Для простоты объяснения информацию, передаваемую каждым спутником, можно свести к следующему: “Спутник А сообщает, что он находится в точке В, а время передачи информации — С”.

Принцип действия спутниковой GPS-навигации основан на определении расстояния от текущего положения приемника до группы спутников. Точное местоположение GPS-спутников известно из данных эфимерисов и альманаха, передаваемых в навигационных сообщениях. Зная расстояние до трех спутников (рис.3), можно определить текущее местоположение как точку пересечения трех окружностей (рис.4).

Расстояние до спутников R определяется простым уравнением:

$$R = t \cdot c,$$

где t — время прохождения радиосигнала от спутника до наблюдателя;
 c — скорость распространения ра-

диоволн (равна скорости света, около 300000 км/с).

Чтобы определить момент, в который сигнал был отправлен со спутника, навигационное сообщение модулируется “псевдошумовым” PRN-кодом, соответствующим номеру спутника. Аналогичный код генерируется в GPS-приемнике в строгой временной синхронизации с кодом спутника. Основное сообщение формируется в виде кадра. Поток навигационных данных передается со скоростью 50 бит/с, длительность информационного символа равна 20 мс.

Рис. 3

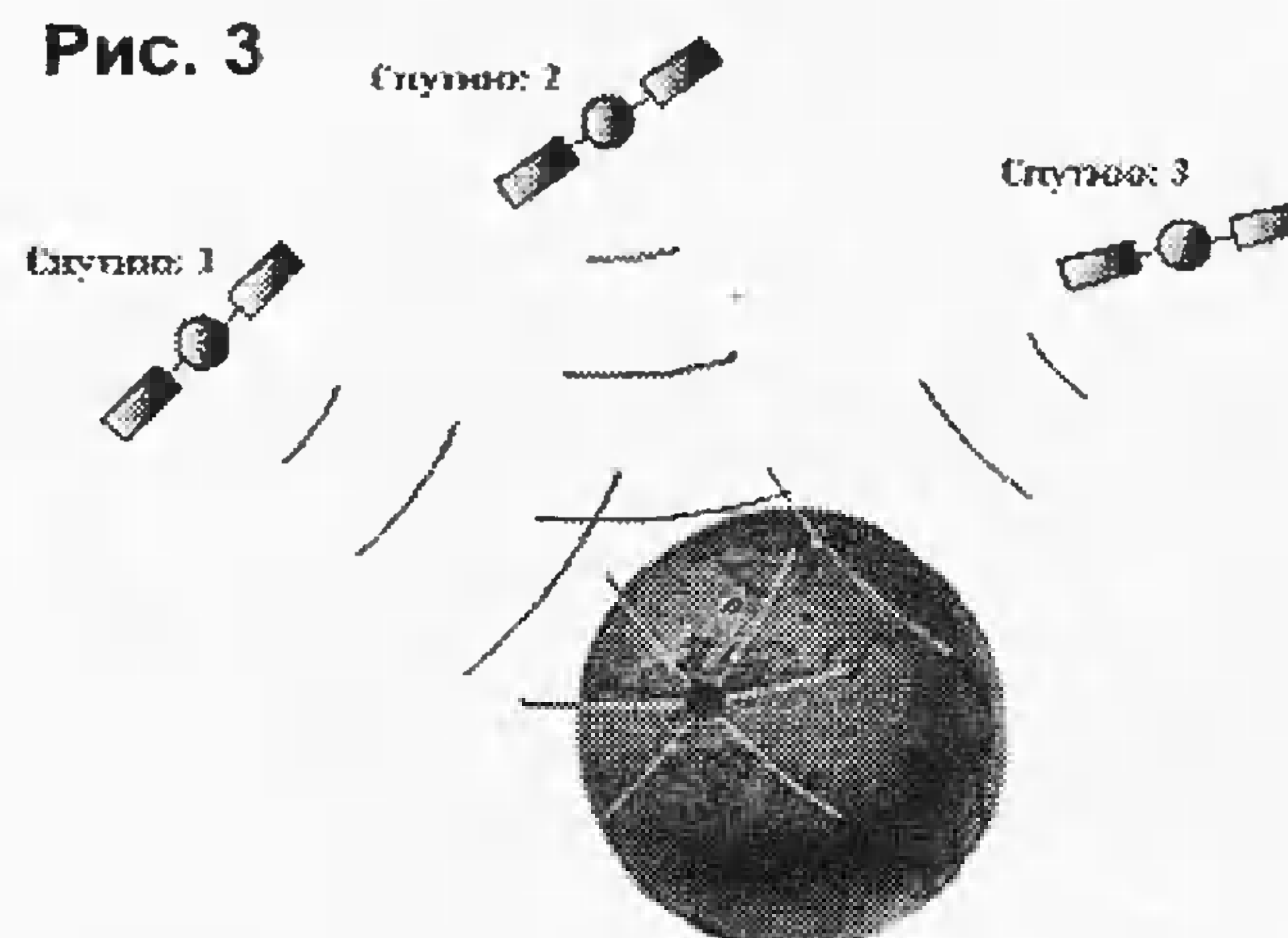
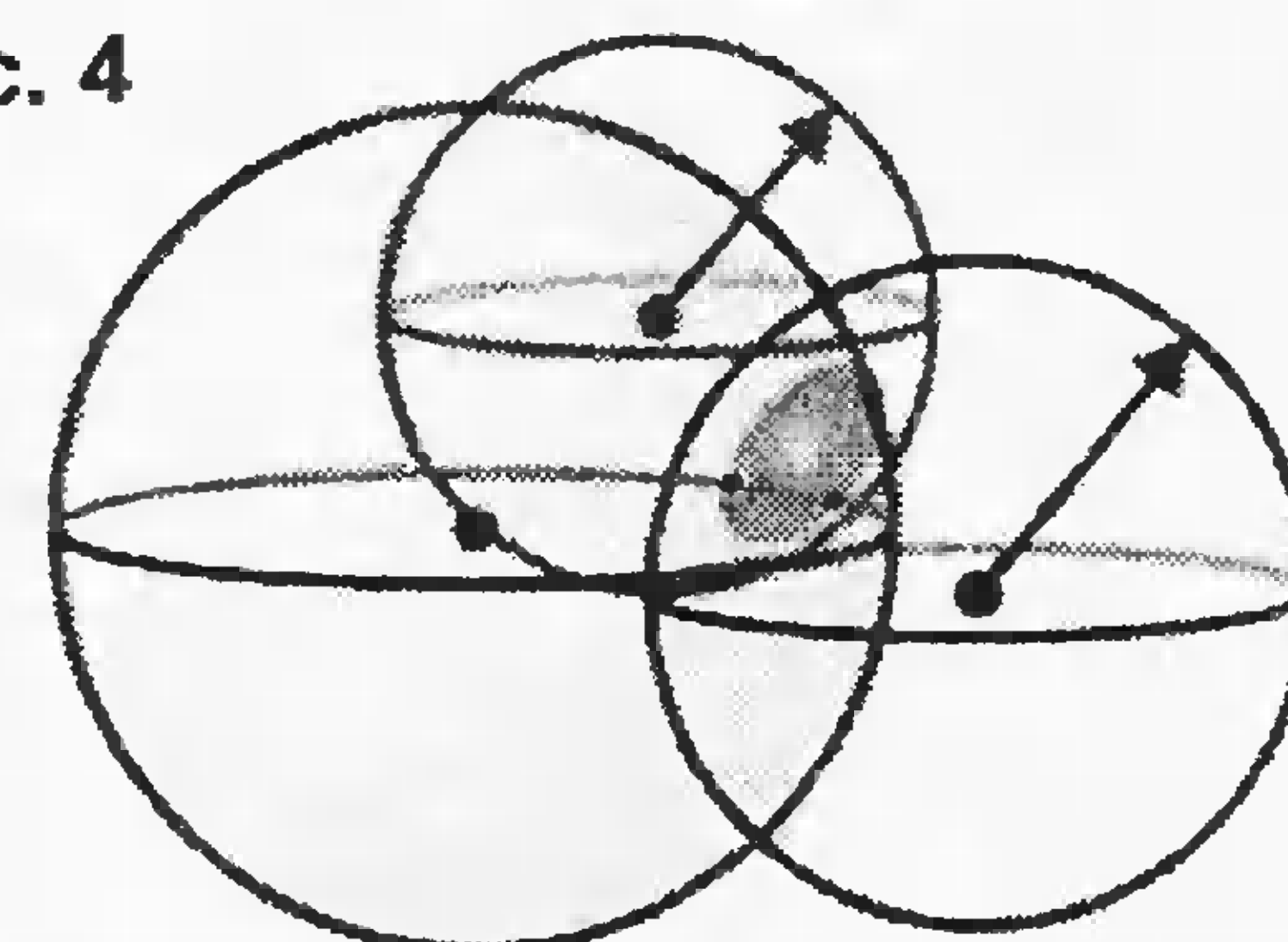


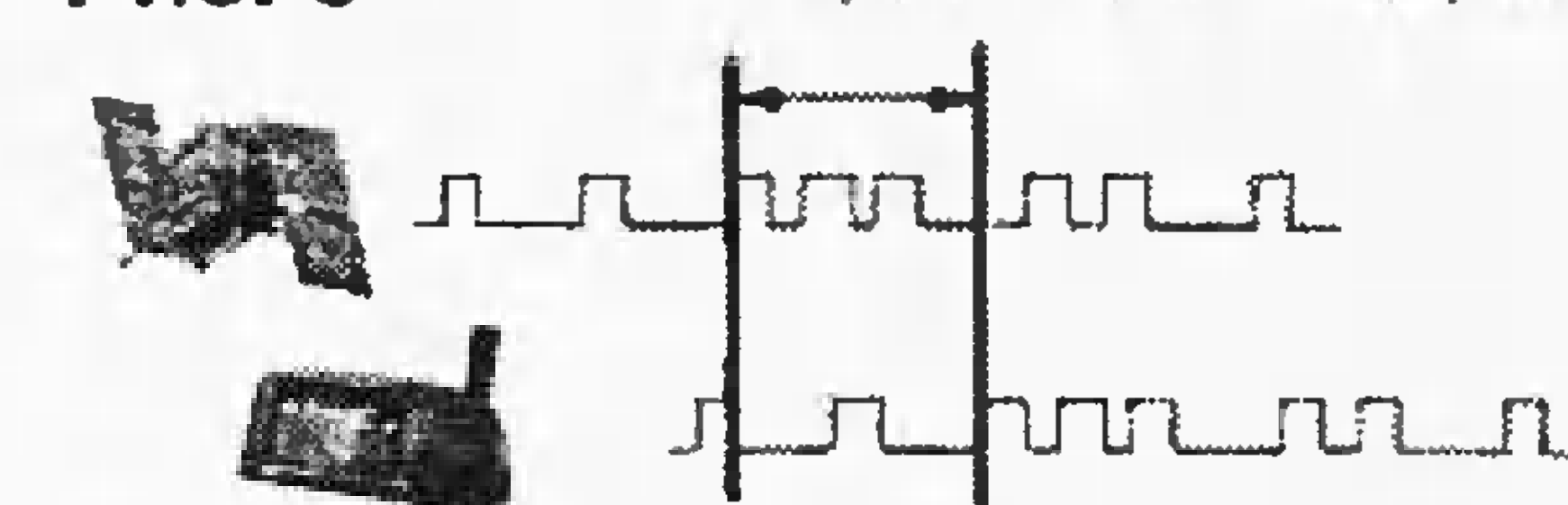
Рис. 4



Принятый со спутника код сравнивается с кодом приемника, и определяется, “как давно” в приемнике была сгенерирована схожая последовательность. Выявленный таким образом сдвиг одного кода по отно-

Рис. 5

Временная задержка



шению к другому (рис.5) соответствует времени прохождения сигнала от спутника до приемника. Преимуществом кодовых посылок является то, что измерения временного сдвига могут быть проведены в любой момент времени.

(Продолжение следует)

Функциональный генератор

М.ШУСТОВ,

г. Томск.

E-mail: mas@go.ru

При создании функциональных генераторов традиционно используется генератор прямоугольных импульсов, к выходу которого подключается формирователь треугольного напряжения, основанный на зарядно-разрядных процессах. Затем сигнал треугольной формы преобразуется в подобие синусоидального за счет выделения из него первой гармоники [1]. Недо-

статки таких схемных решений очевидны: это явно выраженная нелинейность зарядно-разрядных процессов, особенно заметная при перестройке частоты генератора, и, соответственно, достаточно заметные искажения синусоидального сигнала в результате некаче-

ственной фильтрации высших гармоник сложного сигнала. Предлагаю *инверсный функциональный генератор (рис.1)*, формирование сигналов в котором происходит в обратной последовательности. Вначале формируется сигнал синусоидальной формы, который затем преобразуется в сигнал треугольной формы [2-4], а из последнего получается биполярный

на 90°. Эти сигналы подаются на прецизионные двухполупериодные выпрямители на микросхемах DA4, DA5 и DA9, DA10, выходные сигналы которых складываются в противофазе, формируя тем самым сигнал треугольной формы [2]. Сигнал треугольной формы поступает затем на схему формирования биполярных импульсов прямоугольной формы (микросхемы DA6...DA8). Диаграммы сигналов в различных точках устройства показаны на рис.2.

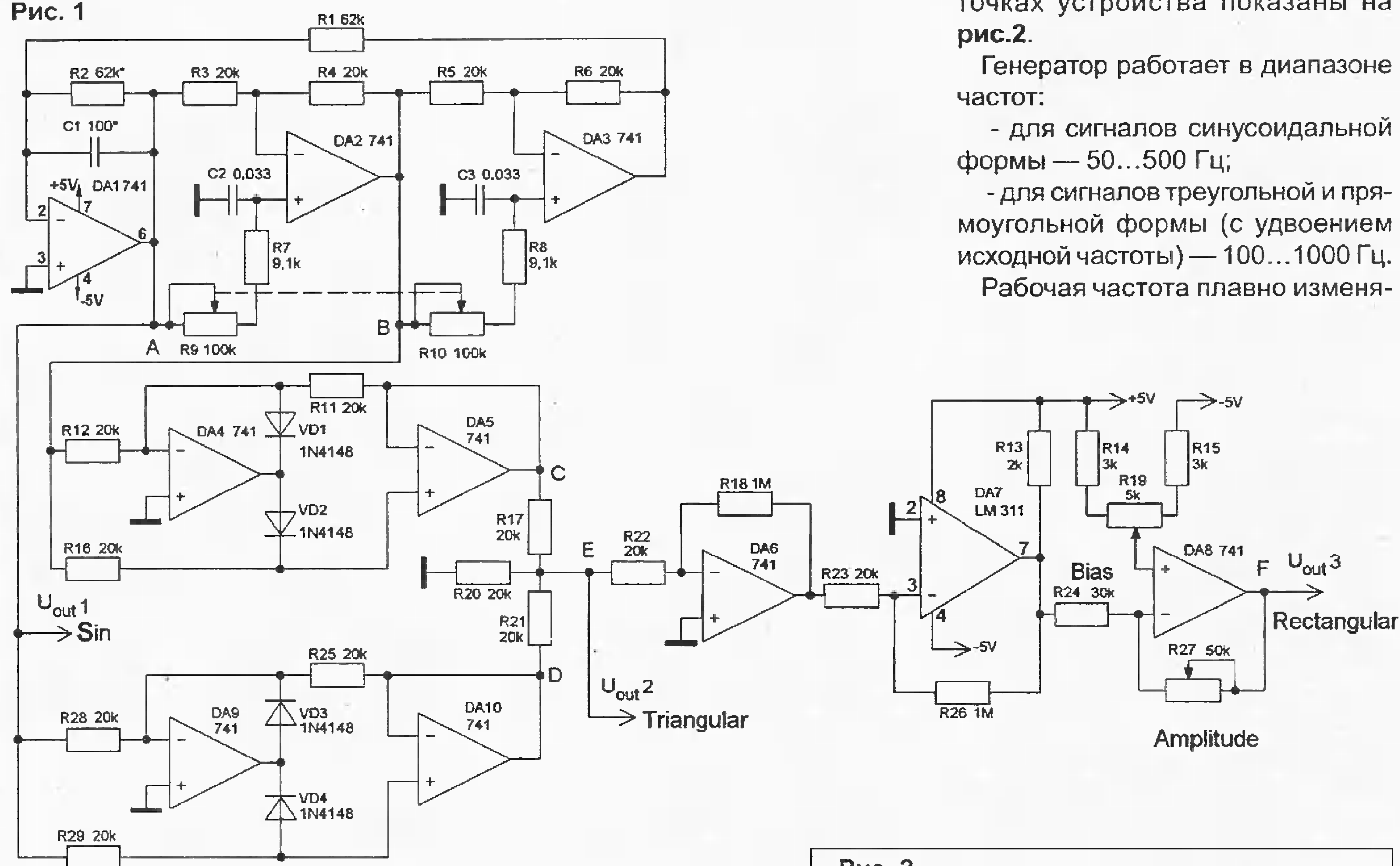
Генератор работает в диапазоне частот:

- для сигналов синусоидальной формы — 50...500 Гц;

- для сигналов треугольной и прямоугольной формы (с удвоением исходной частоты) — 100...1000 Гц.

Рабочая частота плавно изменя-

Рис. 1



статки таких схемных решений очевидны: это явно выраженная нелинейность зарядно-разрядных процессов, особенно заметная при перестройке частоты генератора, и, соответственно, достаточно заметные искажения синусоидального сигнала в результате некаче-

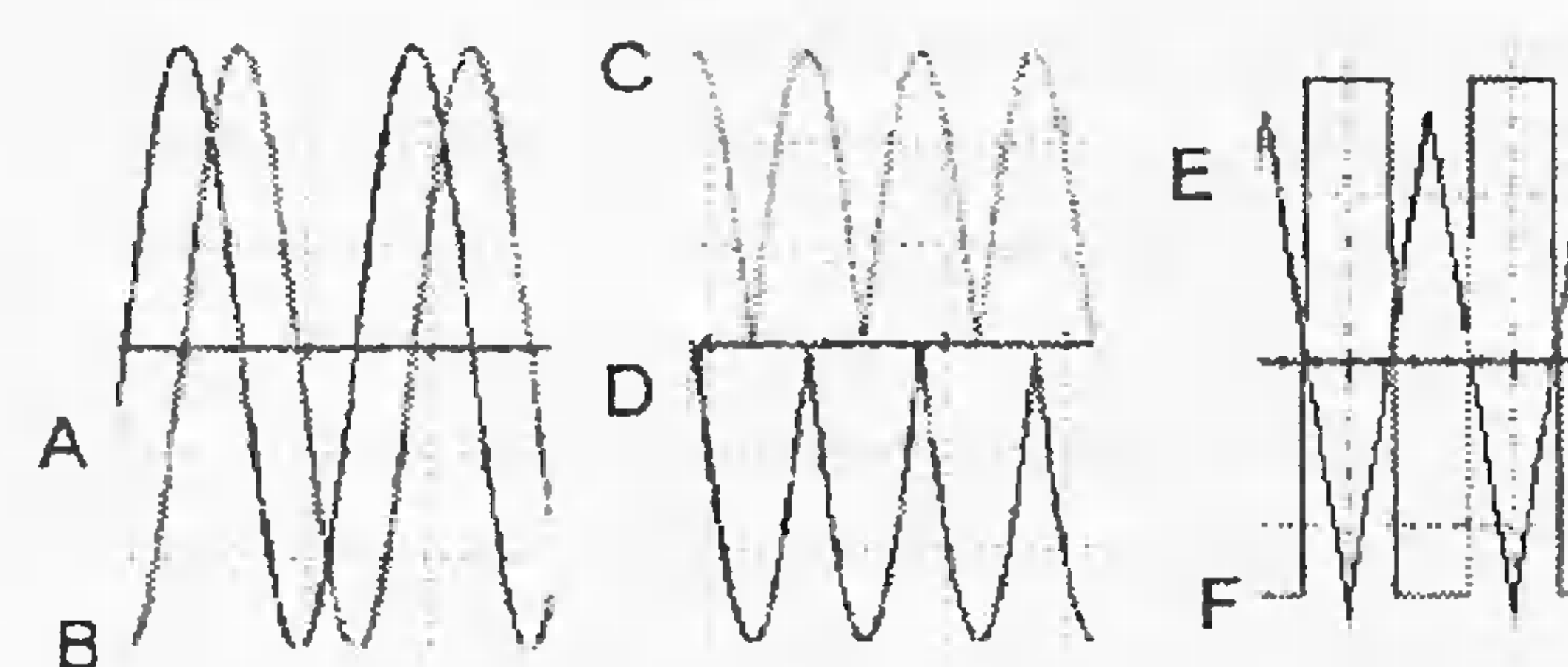
сигнал прямоугольной формы.

Устройство содержит генератор сигналов синусоидальной формы на микросхемах DA1...DA3, вырабатывающий сигналы, сдвинутые по фазе

Рис. 2

f=50...500 Гц

f=100...1000 Гц



ется перестройкой сдвоенного потенциометра R9-R10. Ступенчатое переключение диапазона генерируемых частот (вплоть до субгерцовых) обеспечивается переключением частото задающих конденсаторов C2 и C3. Так, при уменьшении емкостей конденсаторов C2 и C3 в 10 раз (до 3,3 нФ) диапазон генерируемых частот составляет

1000...10000 Гц для пилообразного и прямоугольного сигналов, а для синусоидального — 500...5000 Гц.

Литература

1. Ноткин Л.Р. Функциональные генераторы и их применение. — М.: Радио и связь, 1983. — 182 с.

2. М.Шустов. Аддитивный формирователь сигнала треугольной фор-

мы. — Радиотехника, 2003, №1, С.95.

3. М.Шустов. Генератор сигнала треугольной формы. — Радиомир, 2002, №9, С.35.

4. С.Лозицкий. Схемотехнические САПР: возможности и приемы эффективного использования. — Схемотехника, 2007, №2, С.24; №3, С.38.

Приставка к мультиметру "М830"
для измерения индуктивности

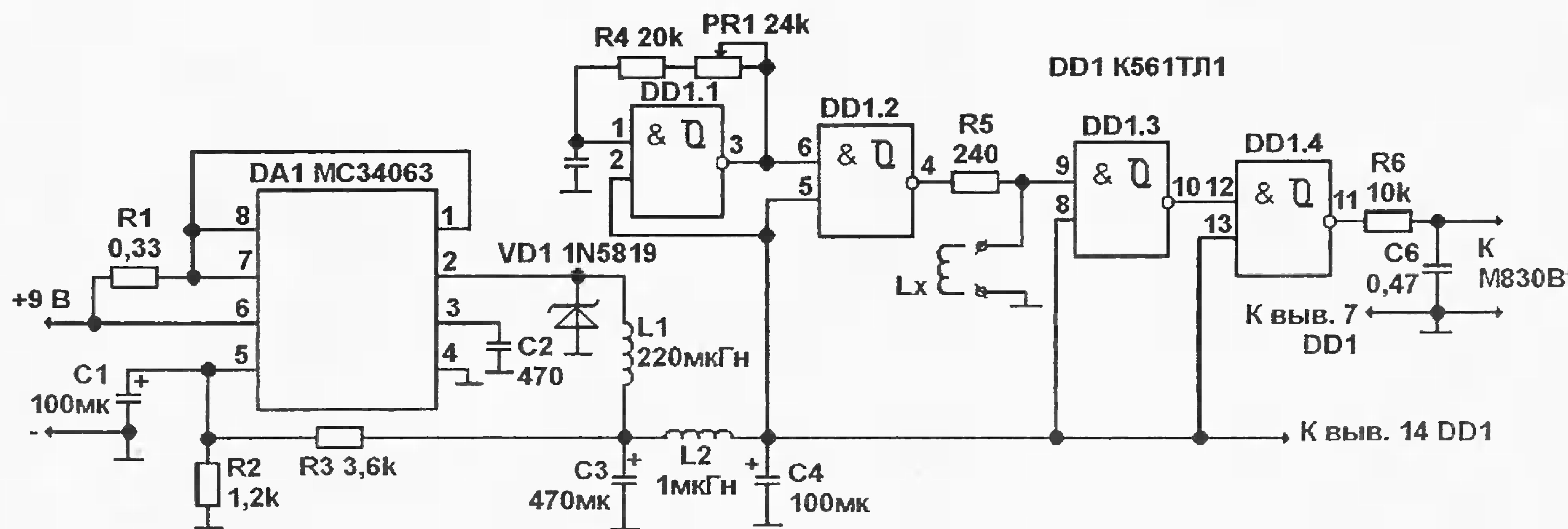
П.П.БОБОНИЧ,
г.Ужгород, Украина.

В радиолюбительской практике нередко требуется измерить индуктивность дросселя, катушки, кабеля и пр. Однако промышленные измерители индуктивности слишком дорогие. Имеющиеся радиолюбительские разработки измерителей индуктивности [1, 2] достаточно сложны.

подключается исследуемая индуктивность L_x . Напряжение с индуктивности L_x подается на вход инвертора DD1.3, за которым следует второй — DD1.4. К выходу DD1.4 через интегрирующую цепочку R6-C6, сглаживающую пульсации выходного напряжения, подключается мультиметр, работающий в

местить в экранирующий корпус.

Приставка калибруется таким образом. К клеммам L_x подсоединяются эталонные или измеренные промышленным прибором индуктивности (проводами минимально возможной длины). С помощью потенциометра PR1 на шкале "200м" мультиметра "M830" устанавлива-



Предлагаю простую приставку для измерения индуктивности (до 300 мкГн) к мультиметру одной из серий "M830". Она выполнена на широко известной логической микросхеме К561ТЛ1, содержащей четыре элемента 2И-НЕ с триггерами Шмитта.

Первый триггер DD1.1 является задающим генератором, второй DD1.2 — усилителем мощности. Выход DD1.2 соединен через резистор R5 с клеммами, к которым

режиме измерения постоянного напряжения.

Источник питания приставки выполнен на микросхеме MC34063, на вход которой подается напряжение 9 В от батареи типа "Крона". На выходе микросхемы DA1 получается стабильное напряжение 5 В для питания микросхемы DD1.

Микросхему DD1 можно заменить на КР1561ТЛ1, 74НС132 или CD4093. Приставка собрана на макетной плате, ее желательно по-

ются их значения. После этого можно измерять неизвестные индуктивности. Конечно, точность измерения приставки небольшая (порядка $\pm 20\%$), однако в большинстве случаев для радиолубительской практики этого вполне достаточно.

Литература

1. Измеритель индуктивности. — Радиоконструктор, 2008, №2, С.20.

2. С.Бирюков. Цифровой измеритель RCL. — Радио, 2001, №5, С.44.

Интернет: покупные и самодельные гаджеты

С.РЮМИК,
г.Чернигов.

*"Зачем изобретать велосипед, если его можно купить?"
(Риторический вопрос из Интернета)*

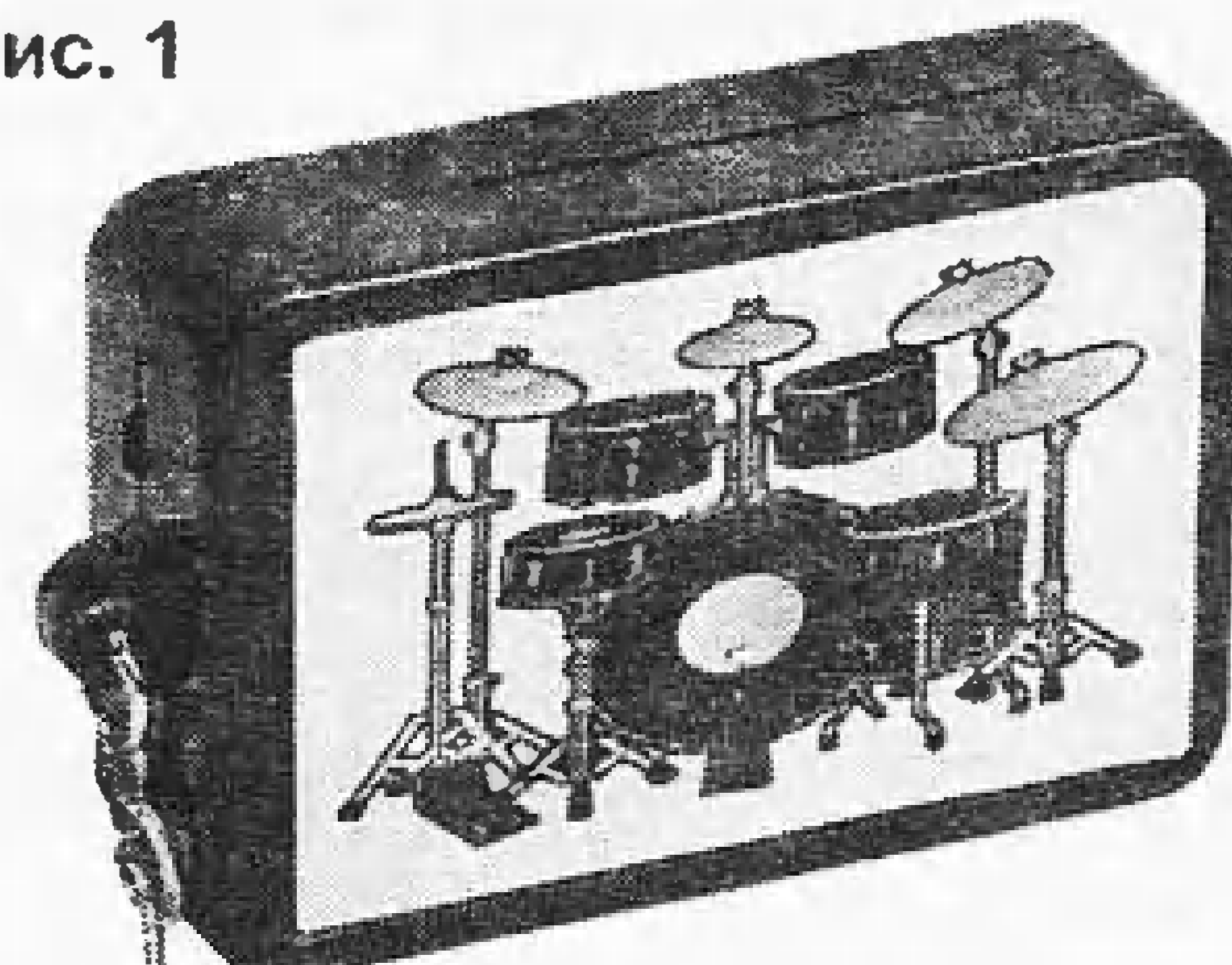
С "легкого пера" журналистов наш лексикон периодически пополняется новыми терминами, правда, некоторые из них имеют весьма старинные корни. Например, английские моряки в конце XIX века называли "гаджетом" всякую мелкую деталь корабельной оснастки, название которой они не могли вспомнить. Теперь же к гаджетам относятся не только смартфоны, тамагочи и GPS-навигаторы, но и кроссовки с музыкой при ходьбе, радиоуправляемые пылесосы, компьютерные тапочки с подогревом от USB, необычные светильники, очки с солнечными батареями и т.д.

меты, в отличие от гаджетов, не имеют видимой практической ценности.

В таблице даны ссылки на интернет-ресурсы по аппаратным гаджетам. Несмотря на то, что полезность для дома многих из них вызывает большие вопросы, все точки над "i" расставляет потребитель. Если он покупает гаджеты, интересуется ими на форумах или мастерит аналоги, значит, все в порядке.

Кстати, к самодельным гаджетам можно отнести львиную долю всех радиолюбительских разработок. Простые, но оригинальные по конструкции или выполняемым функциям вещи резко повышают авторитет

Рис. 1



Аналогами могут служить имитаторы барабанов и тарелок Е.Шустикова <http://cxem.net/sound/music/music.php>, <http://www.shustikov.by.ru/>. У них датчиками ударов служат обычные головные телефоны (рис.2). Данную идею можно использовать и в других конструкциях.

Рис. 2



Интернет-сайты об аппаратных гаджетах	Краткое описание
http://www.thg.ru/mobile/fuel_cell_photo_gadget/print.html	Полезные гаджеты для питания мобильной аппаратуры
http://security.ua/articles/review/index.php?ELEMENT_ID=1670	Шпионские гаджеты
http://community.livejournal.com/steamlondon_rpg/2514.html	Гаджеты: мысли вслух
http://alt-systems.ru/?page_id=23	Что такое гаджет?
http://log-in.ru/articles/648/	Гаджеты для сна (в том числе, "антихрап")
http://robotronic.ru/shop/ http://gadgets.blox.ua/html/1310721,262146,14,15.html?4,2009	Каталоги необычных гаджетов, продажа через интернет-магазин

Гаджет (англ. "gadget" — приспособление, техническая новинка, безделушка) — это небольшое оригинальное техническое устройство, предназначенное для выполнения нетривиальных задач. На нашем сленге — "наворот", "прибамбас", "фишка". Иногда они смешные, иногда полезные, иногда шокирующие.

Близкое понятие к гаджету — "гизмо". Различие между гаджетом и гизмо заключается в том, что у гизмо есть движущиеся части, а у гаджета их нет. Например, цифровые часы — это гаджет, а аналоговые — гизмо. Также существует термин "новелти". Относящиеся к новелти пред-

исполнителя и заставляют непосвященных "охать" да "ахать". Таковы реалии нашего времени, поскольку сложные устройства с профессиональной электронной начинкой проще купить в магазине "китайских народных товаров".

И все же некоторые из гаджетов приятнее изготовить своими руками, добавив чуточку "души". За основу можно взять промышленные устройства из Интернета.

Электронный брелок со звуками 6 ударных инструментов (рис.1, http://robotronic.ru/shop/hi_tech_souvenir_i_neobychnye_podarki/miniaturnye_souvenir_i_gadzhety/).

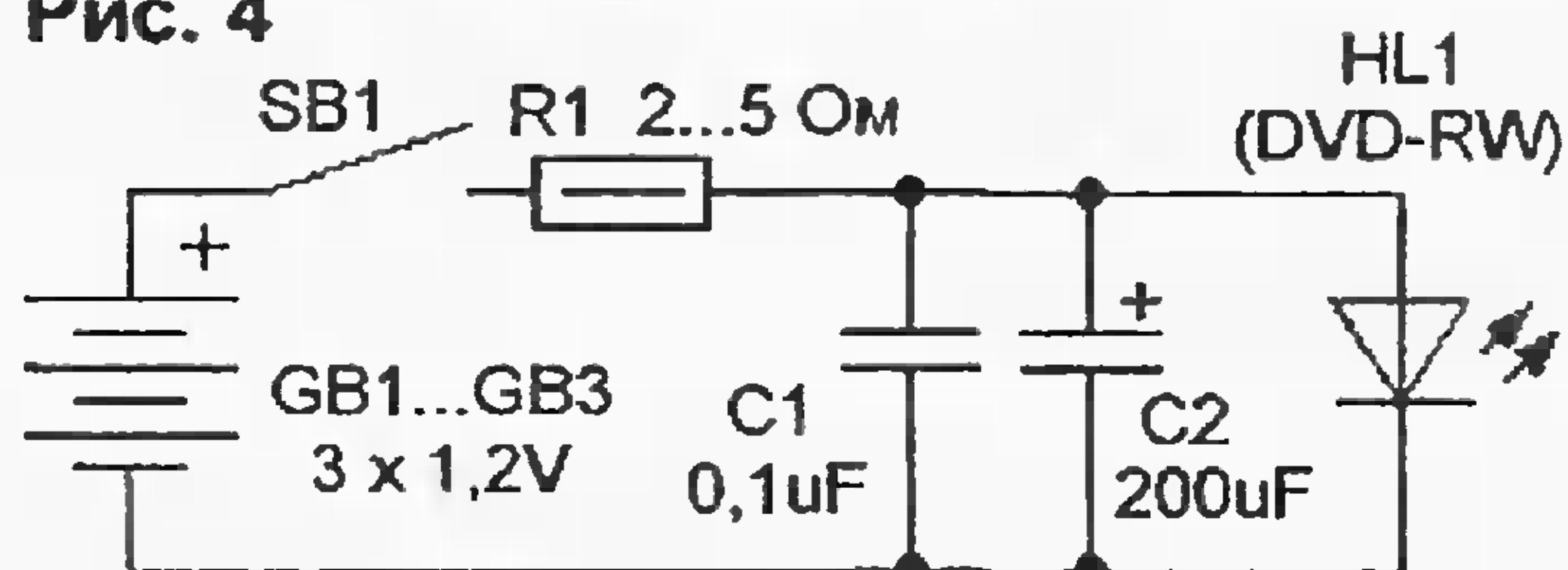
Портативный лазер мощностью 60...500 мВт китайской фирмы "Dragonlasers" (<http://www.dragonlasers.com/>) напоминает "Гиперболоид инженера Гарина" (рис.3).

Рис. 3



Схема самодельного лазера показана на рис.4, <http://m.habrahabr.ru/blog/DIY/>. Основой является мощный лазерный диод HL1 от привода DVD-RW со скоростью записи 16x и выше. Его мощность экви-

Рис. 4



валентна 500 (!) лазерным указкам, поэтому следует соблюдать особую осторожность и избегать попадания прямого или отраженного излучения в глаза (могут возникнуть необратимые изменения в сетчатке), а также на кожу с близкого расстояния, если применяется "синий" лазерный диод "Blu-Ray" от игровой приставки "PlayStation-3".

При наладке устройства обязательно одевать специальные защитные очки и не держать включенной кнопку SB1 длительное время. Для фокусировки луча требуется коллиматор — промышленный или от лазерной указки. Питание осуществляется от трех NiMH-аккумуляторов, обеспечивающих ток 300...350 мА для лазера красного цвета и 100...150 мА для лазера синего цвета.

"Световая" футболка, разработанная Крисом и Мадлен Болл, информирует своего владельца о числе неп прочитанных писем в электронном почтовом ящике E-mail (рис.5, <http://blog.printf.net/articles/2010/03/30/email-counting-tshirt/>). К футболке пришиты печатные платы и светодиоды, показывающие в двоичном коде количество писем. Связь со смартфоном — беспроводная и осуществляется через Bluetooth. Схема питания от одной батарейки типа AAA.

Модуль LilyPad можно изготовить и запрограммировать самостоятельно (рис.6). Он входит в спецификацию итальянского проекта "Arduino" [1] и имеет бесплатное программное обеспечение, размещенное на сайте <http://www.arduino.cc/>.

Световой меч джедая (http://robotronic.ru/shop/hi_tech_souvenir_y_i_neobychnye_podarki/) заимствован из сериала "Звездные войны". Предназначен он для фанатов, которые разыгрывают сцены из фильма с

Рис. 5

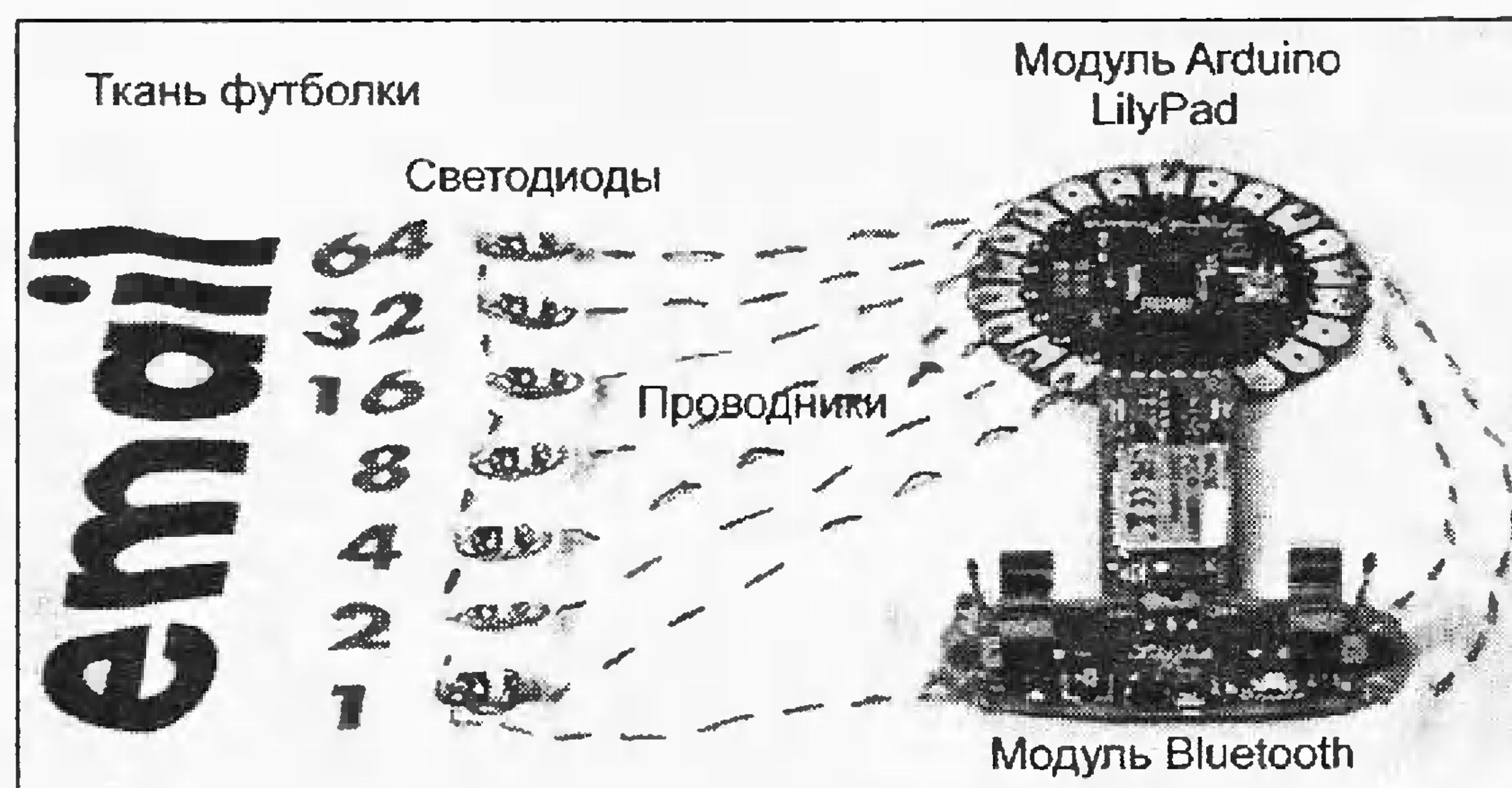
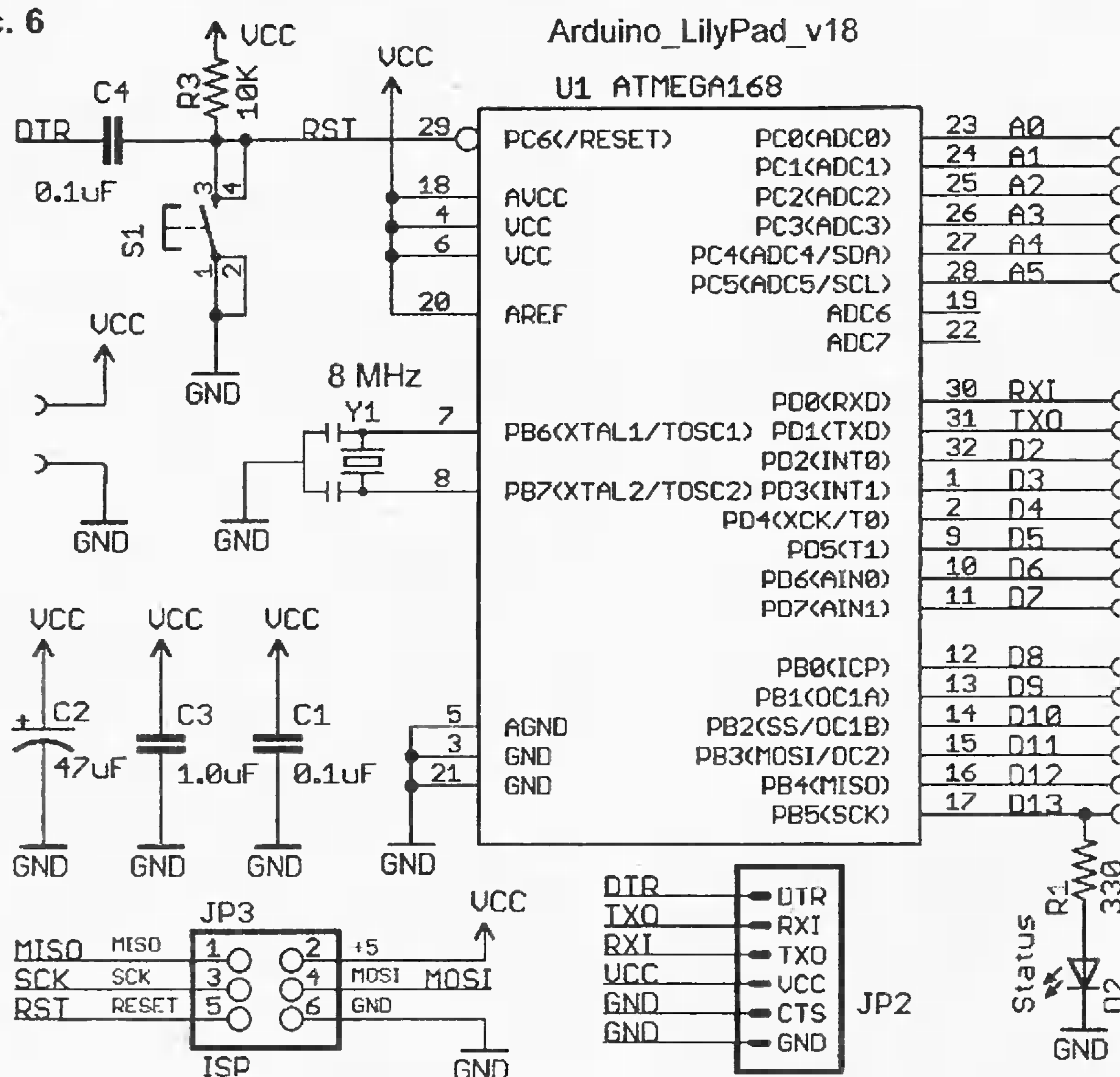


Рис. 6



фехтованием на "раскаленных плазменных шнурах" (сайберфайтинг). Меч содержит прозрачное лезвие и 64 ярких светодиодов в виде "бегущей волны". В рукоятке располагаются звуковой динамик и 3 батарейки типоразмера AAA по 1,6 В.

На форуме <http://forum.a77.org/index.php?topic=274.0> в теме "Световой меч своими руками" описывается более простая конструкция, содержащая трубу из поликарбоната, суперъяркий светодиод Luxeon Rebel LXML-PWC1-0100 (ранее Luxeon-III), корпус фонарика из

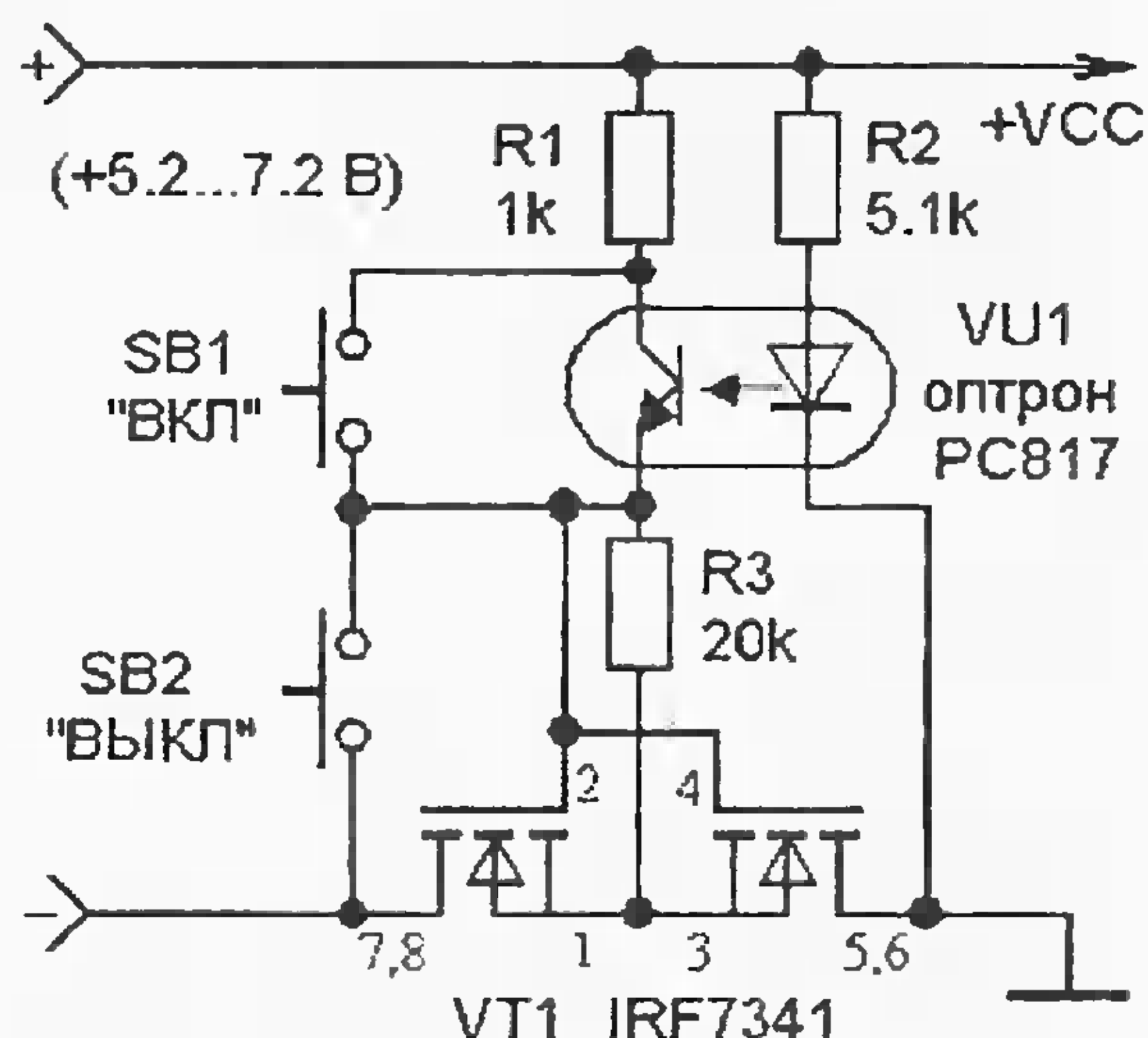
прочной "нержавейки" и никелированную насадку на автомобильную выхлопную трубу (рис.7). Еще один

Рис. 7



вариант светового меча предлагает на сайте <http://obiwanyoda.narod.ru/LightSaber.htm>. Поскольку ток потребления излучателей достигает 2 А, то для включения и выключения света используются маломощные кнопки и электронные ключи на сборке полевых транзисторов (рис.8).

Рис. 8



Программисты тоже могут приобщиться к «звездным войнам» и «световым мечам», используя технологию «обволакивания светом» любых предметов в компьютерных играх, рисунках и видеоклипах. Что из этого получается, показано на рис.9, (http://www.videocopilot.net/tutorial/light_sabers/, <http://www.fanfilms.ru/pages/show/29.htm>).

Рис. 9



Литература

1. С.Рюмик. Интернет: Arduino, Crumb и другие. — Радиомир, 2010, №5, С.33.

Эволюция компакт-дисков

(Продолжение. Начало в №№3-6/10)

DVD-RW (Digital Versatile Disc ReRecordable). Изначально формат DVD-RW назывался *DVD-R/W* или *DVD-ER*, разрабатывала его все та же ф.Pioneer. Принцип записи в таких дисках во многом аналогичен технологии DVD-R(G). Лазер — с такой же длиной волны, но сам диск имеет другое покрытие. В DVD-RW используется материал, способный многократно менять свою отражающую способность под воздействием луча лазера разной мощности. По утверждению производителей, DVD-RW диски могут перезаписываться не менее 1000 раз.

В процессе эволюции было создано три вида DVD-RW дисков. В первой версии «болванок» CSS-коды для защиты от копирования заранее «вштамповывались» в диск. Из-за этого у них были проблемы совместимости с приводами. Затем появилась версия 1.1, наиболее популярная сейчас. В ней коды записываются в процессе записи «болванки». Существует также версия 1.1B, которая для защиты записанной информации использует 64-битный ключ, хранящийся в специальной области. К сожалению, многие старые приводы не умеют читать DVD-RW-диски из-за того, что их отражающая поверхность слишком слабо отражает луч лазера.

DVD+RW — это инициатива некоторых членов DVD Forum'a. Формат появился в 1997 году и первоначально обеспечивал 2,8 Гбайт информации на диске, потом его емкость была увеличена до 4,7 Гбайт. Для записи используется лазер с длиной волны 650 нм. Принцип работы аналогичен DVD-RW-дискам, но отражающий слой применяется другой, и поэтому они несовместимы.

DVD+RW, в отличие от DVD-RW, имеет и другой формат записи. Информация может быть записана в несколько приемов (могут созда-



ваться многосессионные диски), и используется другой метод контроля ошибок. Основные производители приводов для DVD+RW — компании Philips, Sony и Hewlett-Packard. Этот формат поддерживает и Microsoft.

DVD+R появился позже DVD+RW и отличается тем, что имеет покрытие, позволяющее читать диски на любых приводах, но перезаписывать такие диски нельзя.

Недавно компании Philips и Mitsubishi Chemical объявили, что им удалось создать технологию, позволяющую записывать двухслойные диски. Это позволяет увеличить емкость носителя с 4,7 до 8,5 Гбайт. Технология получила название **DVD+R9**. По заявлению разработчиков, такие диски ничем не отличаются от штампованных двухслойных дисков и должны читаться на любом приводе. А для записывающих приводов Philips должны появиться новые прошивки, позволяющие выполнять запись на такие «болванки».

Области применения дисков различных форматов приведены в табл.1. Кроме DVD-дисков с различными форматами, фирмы производят диски, имеющие разные физические размеры. Большинство DVD-дисков имеют диаметр 120 мм (4,7 дюйма) и выглядят точно так же, как и обыч-

Табл.1 Области использования DVD

Формат носителя	Возможность перезаписи	Область применения
DVD-ROM	Однократная фабричная запись	1. Изготовление дисков с программным обеспечением или любой другой цифровой информацией.
DVD-Video		2. Изготовление видеодисков
DVD-R for Authoring	Однократная запись в студийных условиях	Создание матриц для фабричного изготовления DVD-Video дисков (аналог DVT-ленты)
DVD-R for General		1. Изготовление дисков с программным обеспечением или любой другой цифровой информацией.
DVD+R		2. Запись видео
DVD-RW	Многочисленная запись в условиях дома/офиса	
DVD+RW		
DVD-RAM		

ные диски CD-ROM. Выпускаются DVD-диски диаметром 80 мм (3,1 дюйма). Многие устройства чтения и записи допускают использование таких дисков. На них помещается около 1,46 Гбайт данных.

DVD-дисков диаметром 120 мм существуют четыре разновидности: DVD-5, DVD-9, DVD-10 и DVD-18. Цифра в наименовании типа — это округленное значение емкости. Сравнительные характеристики дисков приведены в табл.2.

DVD-5 — это первая рыночная версия DVD диска: односторонний диск с однослойной записью (Single Side/Single Layer) емкостью 4,7 Гбайт (рис.11). DVD состоит из пленки (0,6 мм), покрытой алюминием и наклеенной на подложку. Технология напыления —

Табл.2. Параметры DVD

Параметр	Носитель				
	CD	DVD-5	DVD-9	DVD-10	DVD-18
Диаметр диска, мм	120	120			
Толщина диска, мм	1,2	1,2			
Длина волны лазера, нм	780 (ИК)	650/635 (красный)			
Апертура линзы	0,45	0,6			
Ширина трека, мкм	1,6	0,74			
Минимальный размер пита, мкм	0,83	0,4			
Ориентировочная линейная скорость, м/с	1,2	4,0 м/с			
Число сторон	1	1	1	2	2
Число рабочих слоев на стороне	1	1	2	1	2
Емкость диска, Гбайт	0,68	4,7	8,5	9,4	17,0
Время воспроизведения, мин	74	133	133x2	133x2	133x4
Скорость считывания, Мбит/с	1,44	1...10 (переменная)			
Алгоритм компрессии видео	MPEG-1	MPEG-2			
Звуковое сопровождение	2 канала	2 канала или 5.1 канала (Dolby AC-3)			
Субтитры	Нет	До 32-х языков			
Файловая система (программы и видеоприложения)	ISO-9660 micro	UDF и/или ISO-9660			

Рис. 11

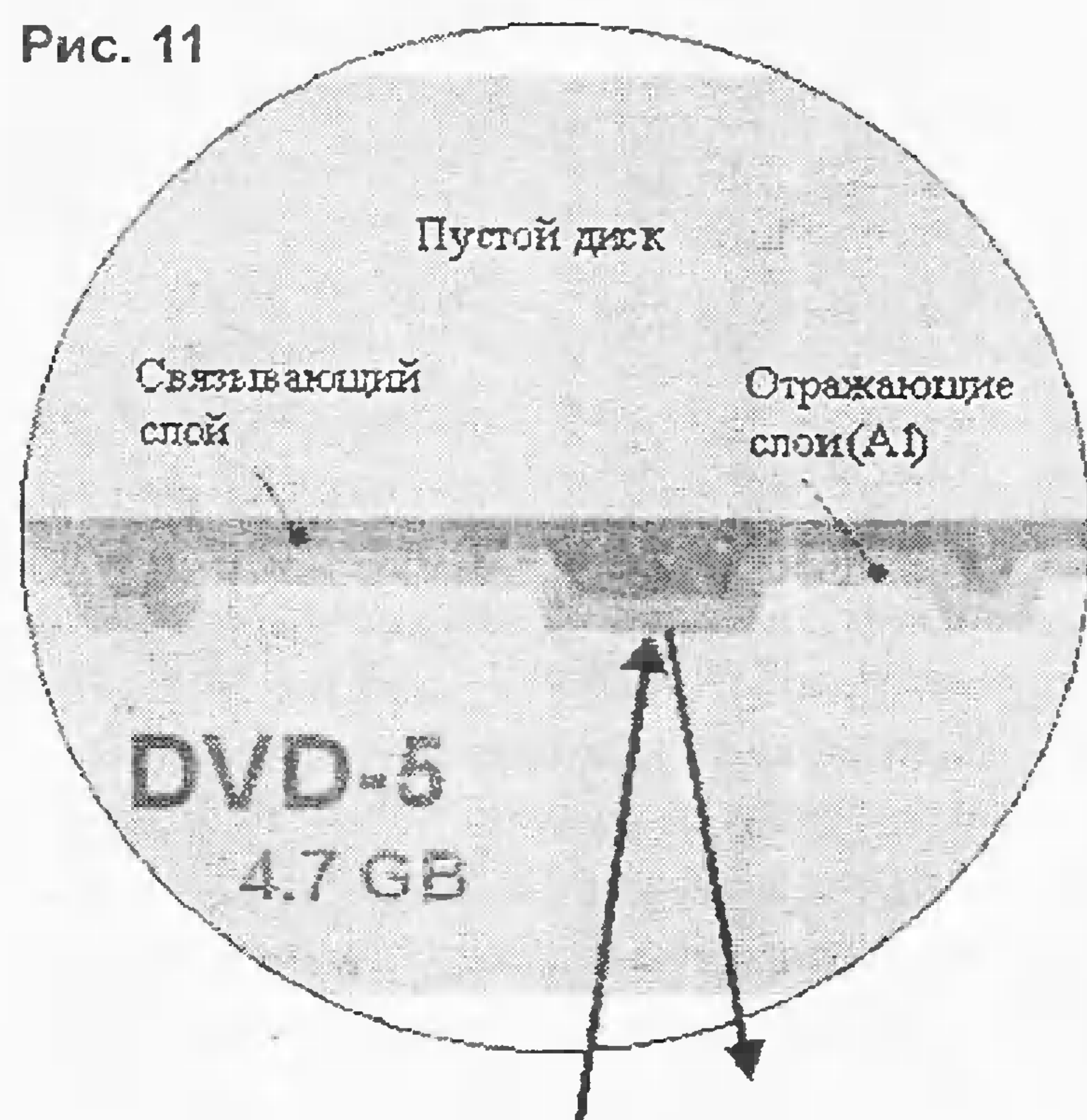
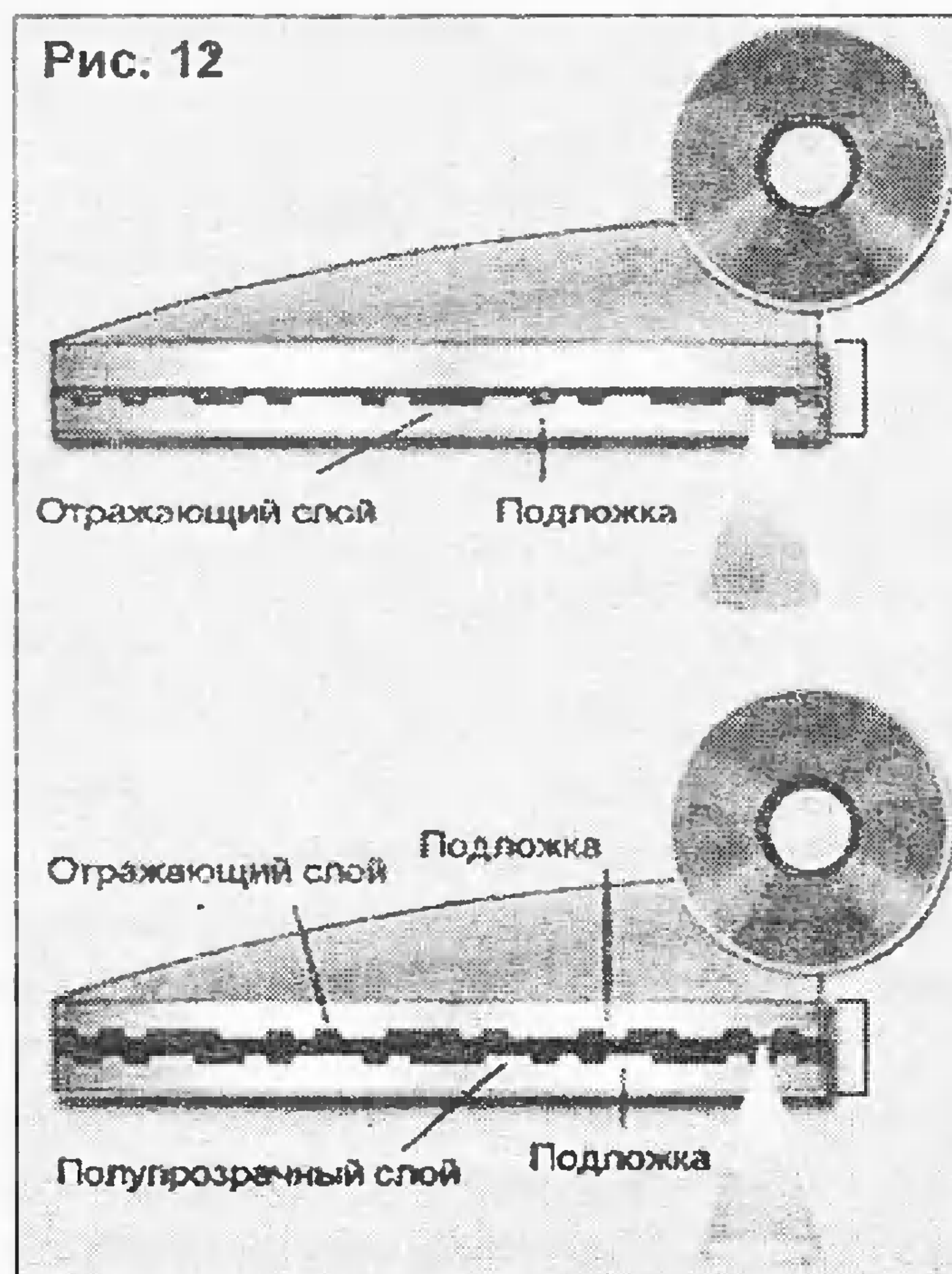


Рис. 12



та же, что используется при изготовлении обычного CD. Алюминиевая пленка имеет толщину 55 нм, как и для CD-ROM.

DVD-9 — двухуровневый односторонний диск (Single Side/Dual Layer) емкостью 8,5 Гбайт. Для производства такого диска необходимо создать полупрозрачный слой, который отражает 18...30% лазерного излучения (рис.12). Этого достаточно, чтобы можно было считывать информацию с верхнего слоя. И, в то же время, полупрозрачный слой будет

пропускать достаточно излучения, чтобы сигнал от нижнего уровня с высокой отражательной способностью тоже читался. Информационные уровни разделяет высокооднородный клей (толщина клеевой прослойки составляет 40...70 мкм), используемый для соединения двух половин диска. Это расстояние необходимо, чтобы различить сигнал, отраженный от одного и другого уровней.

DVD-10 — однослойный двусторонний диск (Double Side/Single Layer) емкостью 9,4 Гб. В принципе, это двойной DVD-5 без чистой

Рис. 13

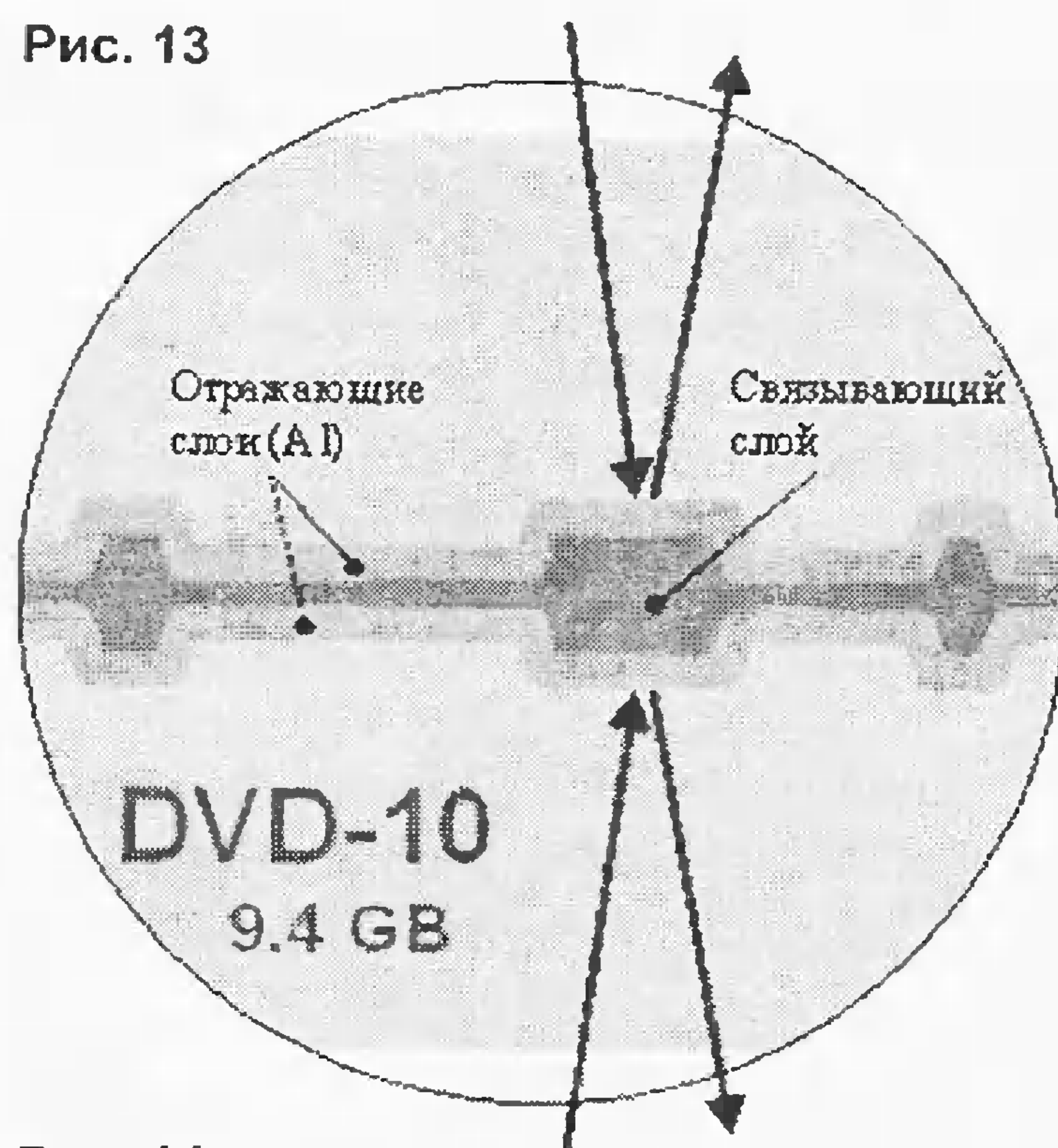
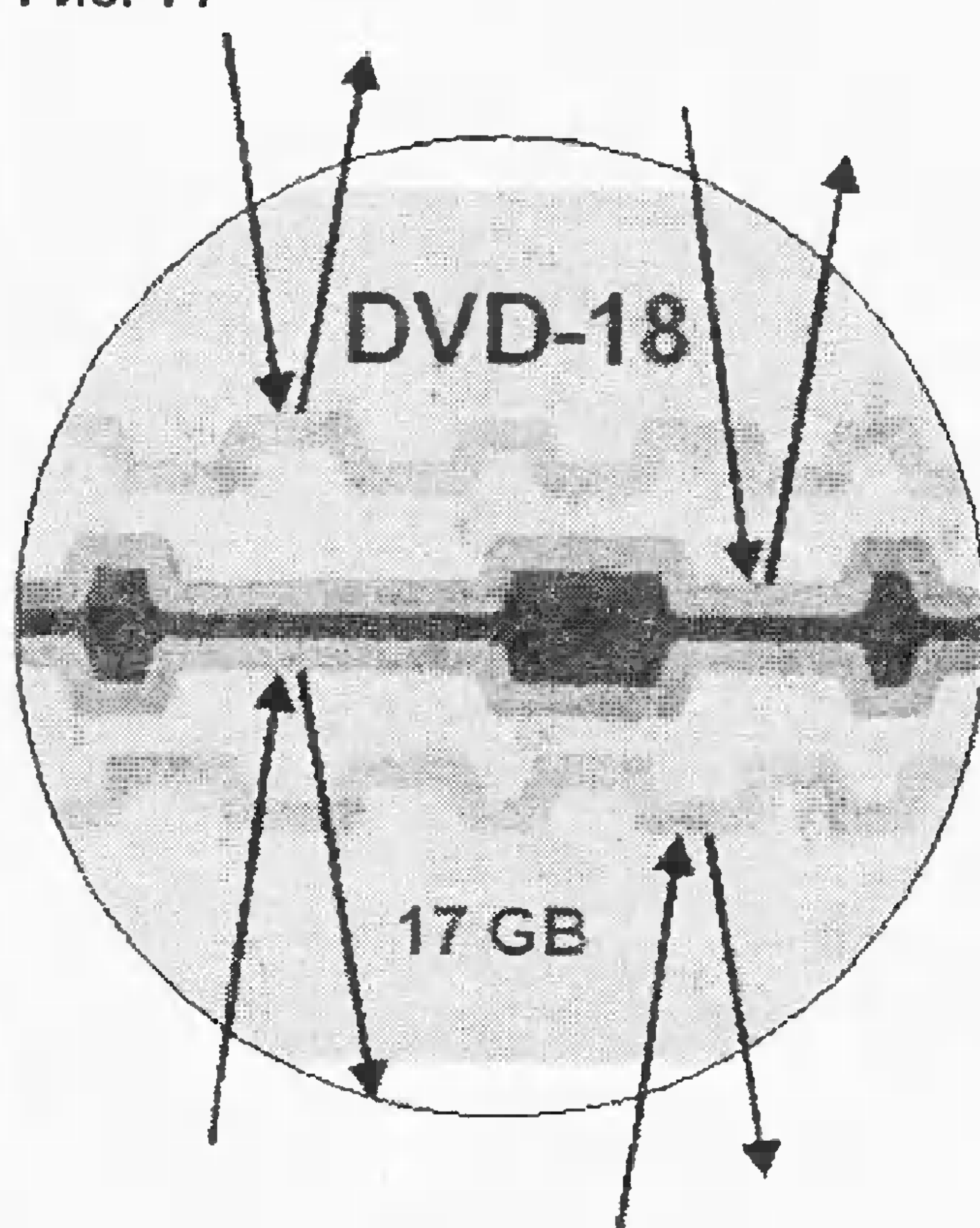


Рис. 14



подложки. Два диска, покрытых металлическими пленками, соединены вместе (рис.13). Чтобы считывать информацию с двух сторон диска, используется один лазер (диск просто переворачивается в приводе на другую сторону).

DVD-18 — двухслойный двусторонний диск (Double Side/Double Layer), по структуре аналогичный DVD-9, но DVD-18 может читаться с обеих сторон (рис.14). Результат — двойная емкость по сравнению с DVD-9.

Защита информации. Благодаря возможности DVD создавать отличные цифровые копии фильмов, кинокомпании разработали комплекс мер по защите авторских прав. Ос-

новная их часть — это кодирование (шифрование) видеоданных, размещаемых на DVD, которые должны расшифровываться перед выводом изображения на экран. Сейчас наибольшее распространение получил *зонный способ защиты* (запись DVD-диска для определенной зоны). Это деление обусловлено тем, что в разных странах фильмы обычно поступают в прокат не одновременно. Когда фильм в Америке уже продается на DVD или видео, в Европе он может только появиться в кинотеатрах. На дис-

ке закодирован код региона, в котором его разрешается просматривать. Проигрыватель DVD также имеет свой код региона (то есть абсолютно одинаковые модели плееров работают каждый строго в своем регионе) и будет показывать этот фильм только в том случае, если их коды регионов совпадают. Весь мир поделен на 8 регионов (зон):

1. Северная Америка.
2. Япония, Европа, Средний Восток, Южная Африка.
3. Юго-восточная Азия (включая Гон-Конг).
4. Австралия, Новая Зеландия, Центральная и Южная Америка.
5. Северо-западная Азия (Россия), Северная Африка.
6. Китай.
- 7 Резервный.
8. Экстерриториальный (самолеты, круизные лайнеры и пр.), практически не используется.

Если, например, у вас проигрыватель для первой зоны, то вы не сможете посмотреть на нем фильм, записанный для второй зоны. Правда, уже есть способы изменить настройки аппаратуры, а в некоторых случаях вообще превратить плеер в мультizonный. В настоящее время появилось большое количество программ для копирования защищенных DVD-дисков, причем как со снятием защиты, так и для создания точных копий дисков.

HD-DVD- И BLU-RAY-ДИСКИ

На сегодняшний день возможности DVD-дисков практически исчерпаны: их емкость недостаточна для записи видеопрограмм в формате высокой четкости (High Definition TV — HDTV). Фильмы на DVD в "обычном" формате записываются с горизонтальным разрешением 480 строк на кадр, а для HDTV требуется разрешение не менее 720 строк. Соответственно, для хранения информации нужно значительно больше места, чем может обеспечить DVD.

Другая причина перехода на новый стандарт состоит в том, что из-за ошибок программистов фирмы Xing, создававших защиту CSS, она была довольно быстро взломана. Группа, создавшая программу DeCSS, смогла обойти препону, используя слабо защищенный ключ дешифрования Xing DVD. В результате, DVD-диски копировать стало так же легко, как музыкальные CD.

Помимо технических причин перехода на новый стандарт, есть еще одна, финансовая, о которой голливудские студии предпочитают вслух не говорить. Перед ними открывается поистине захватывающая перспектива: оцифровать в новом формате и заново продать уже снятые фильмы и записанную музыку. И не надо думать, что из этого ничего не выйдет. Еще как выйдет!

В феврале 2002 г. компании Hitachi, LG Electronics, Matsushita Electric, Pioneer, Philips, Samsung, Sharp, Sony и Thomson Multimedia объявили о разработке спецификации на формат оптических дисков нового поколения, получивший название "**Blu-ray Disc**". Название указывает на основную особенность нового формата — использование сине-фиолетового лазера с длиной волны 405 нм. Ошибка в слове "Blue" ("синий") была сделана не случайно, так как технологию Blue-ray запатентовать не удалось: слишком распространенные слова.

В сентябре того же года конкуренты в лице Toshiba и NEC нанесли ответный удар: был представлен формат **"Advanced Optical Disc"** (AOD), который также использует сине-фиолетовый лазер с длиной волны 405 нм.

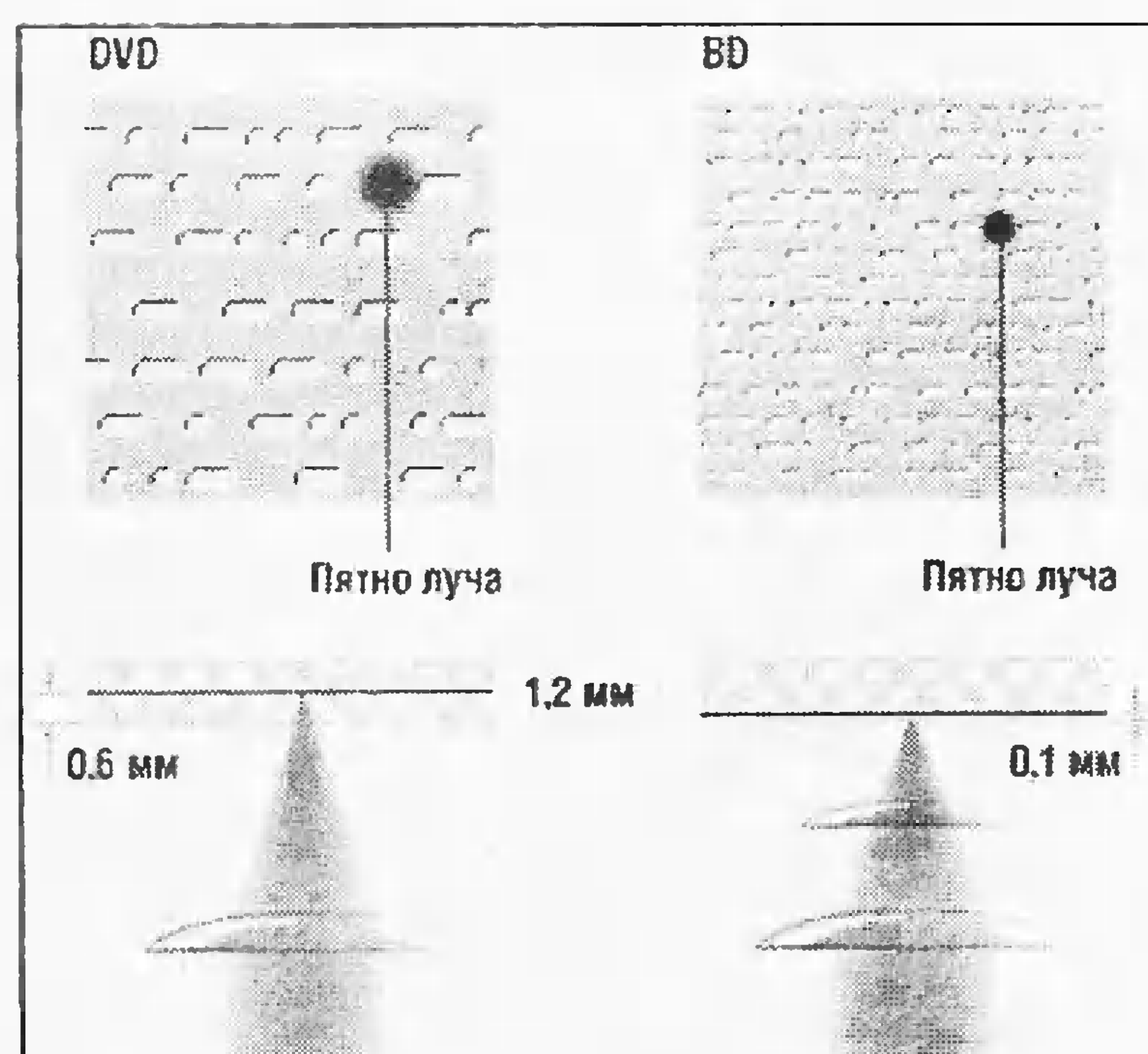
Так сложилось противостояние двух форматов — Blu-ray Disc против AOD. Решение о том, какой из них будет стандартизован, должен был принять консорциум компаний DVD Forum. Ожидалось, что решение будет в пользу Blu-ray Disc, поскольку у этой технологии было заметно больше сторонников, но... с незначительным перевесом голосов (8 против 6) была принята спецификация AOD, которую к тому времени переименовали в **HD-DVD**. Летом 2004 г. была утверждена спецификация HD-DVD1.0.

С точки зрения производителей "железа", формат HD-DVD гораздо выгоднее, поскольку он обладает обратной совместимостью с DVD, тогда как Blu-ray коренным образом отличается от DVD. Для перехода на выпуск приводов и дисков HD-DVD потребуется обычная модернизация существующих линий. Элементная база приводов остается практически прежней, поскольку формат наследует алгоритмы чтения и коррекции данных DVD, только оптическая головка нужна другая.

Благодаря применению более коротковолнового лазера расстояние между дорожками и размер пиков в HD-DVD удалось уменьшить почти в два раза по сравнению с DVD, а объем однослойного диска вырос с 4,7 до 15 Гб, но возможно создание двухслойных дисков емкостью 30 Гб и трехслойных емкостью 45 Гб.

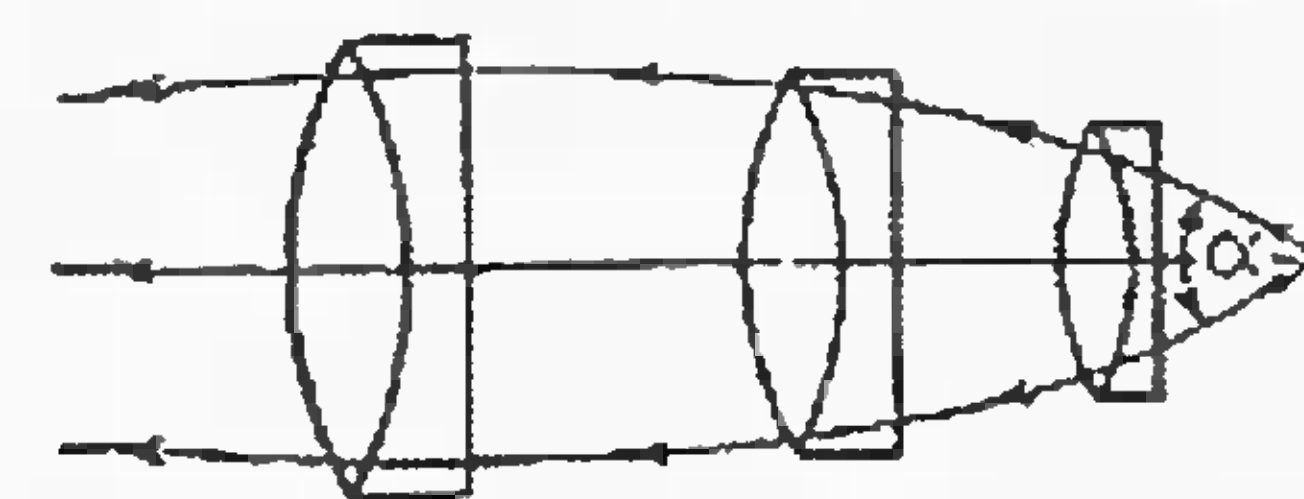
Разработчики HD DVD предусматривают две категории этих дисков. К первой относятся диски HD DVD-ROM, предназначенные только для чтения, ко второй — перезаписываемые диски HD DVD-ARW. В принципе, к производству планируют

Рис. 15



ются и диски для однократной записи — HD DVD-R. Эти диски могут быть двух типов: односторонние однослойные емкостью 15 Гбайт и односторонние двухслойные емкостью 30 Гбайт.

Рис. 16



искажения лазерного луча и время отклика. Создатели формата BD применили коротковолновый сине-фиолетовый лазер с уменьшением диаметра пятна от лазерного луча и увеличением числовой апертуры объектива с 0,6 (как у традиционных дисков DVD) до 0,85. Апертура — это действующее отверстие оптической системы α (рис.16), числовая апертура характеризует разрешающую способность оптического прибора (чем она больше, тем меньше может быть расстояние между двумя точечными источниками све-

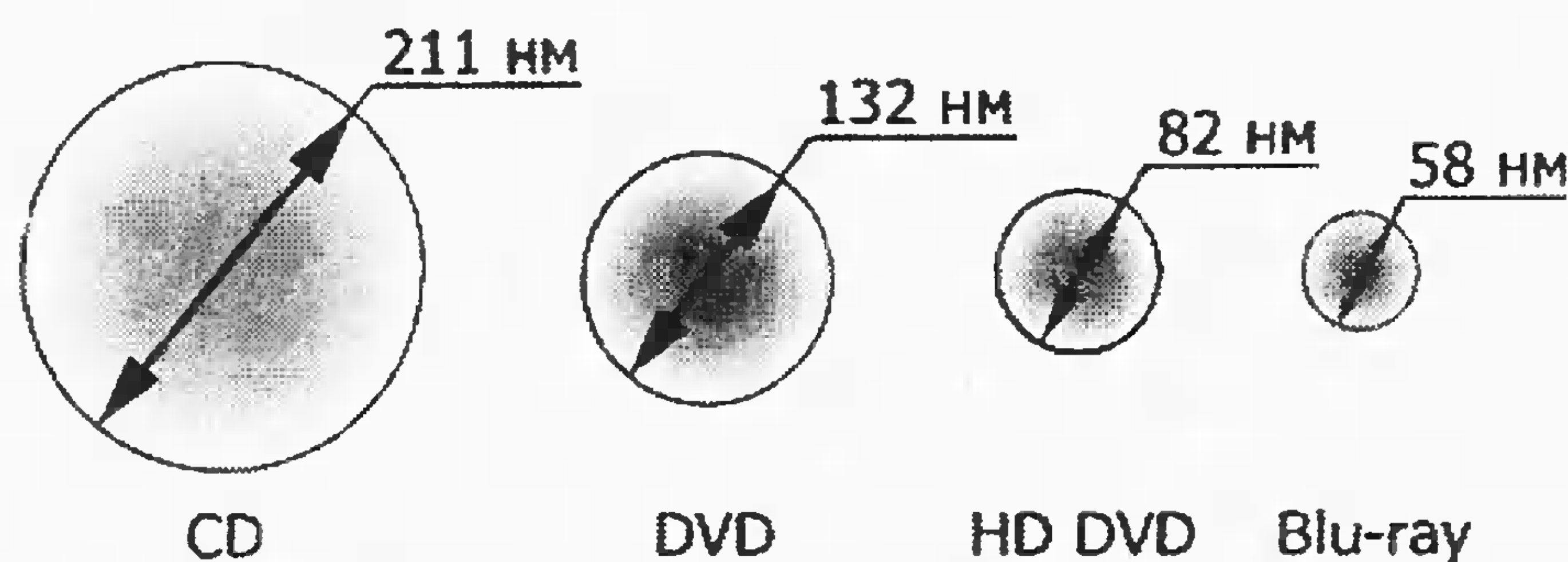


Рис. 17

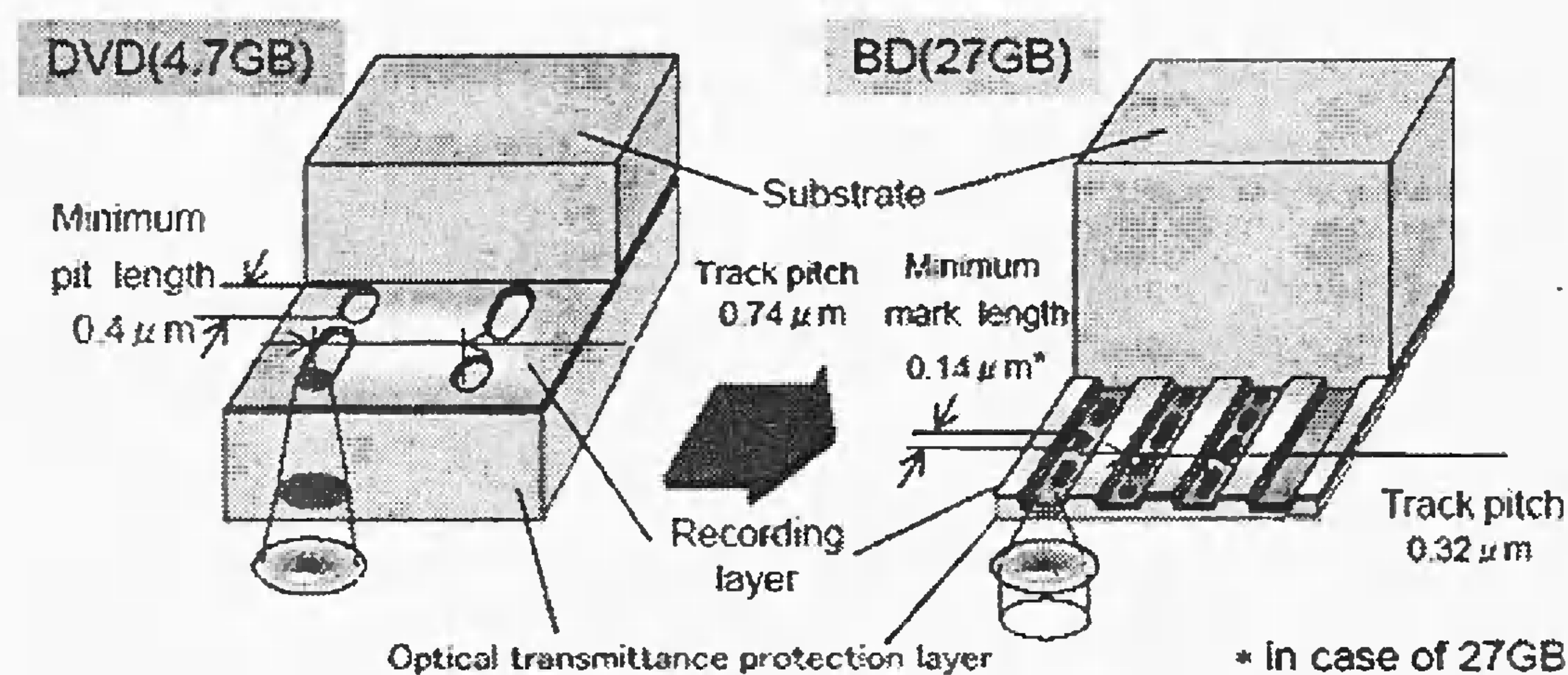


Рис. 18

Особенность конструкции дисков Blu-ray — очень маленькое расстояние между записывающим слоем и поверхностью — всего 0,1 мм по сравнению с 0,6 мм у DVD и HD-DVD (рис.15), что уменьшает

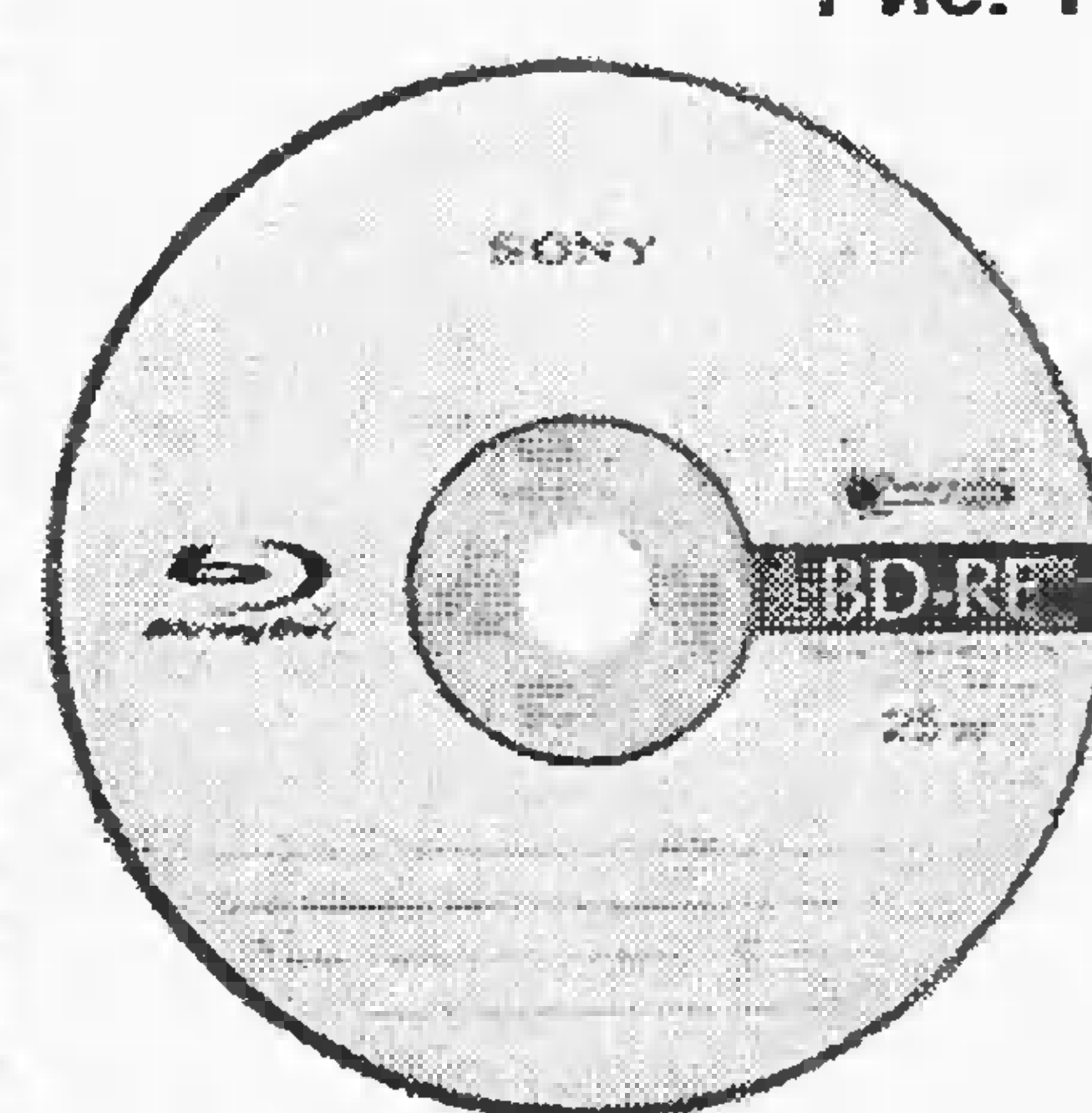
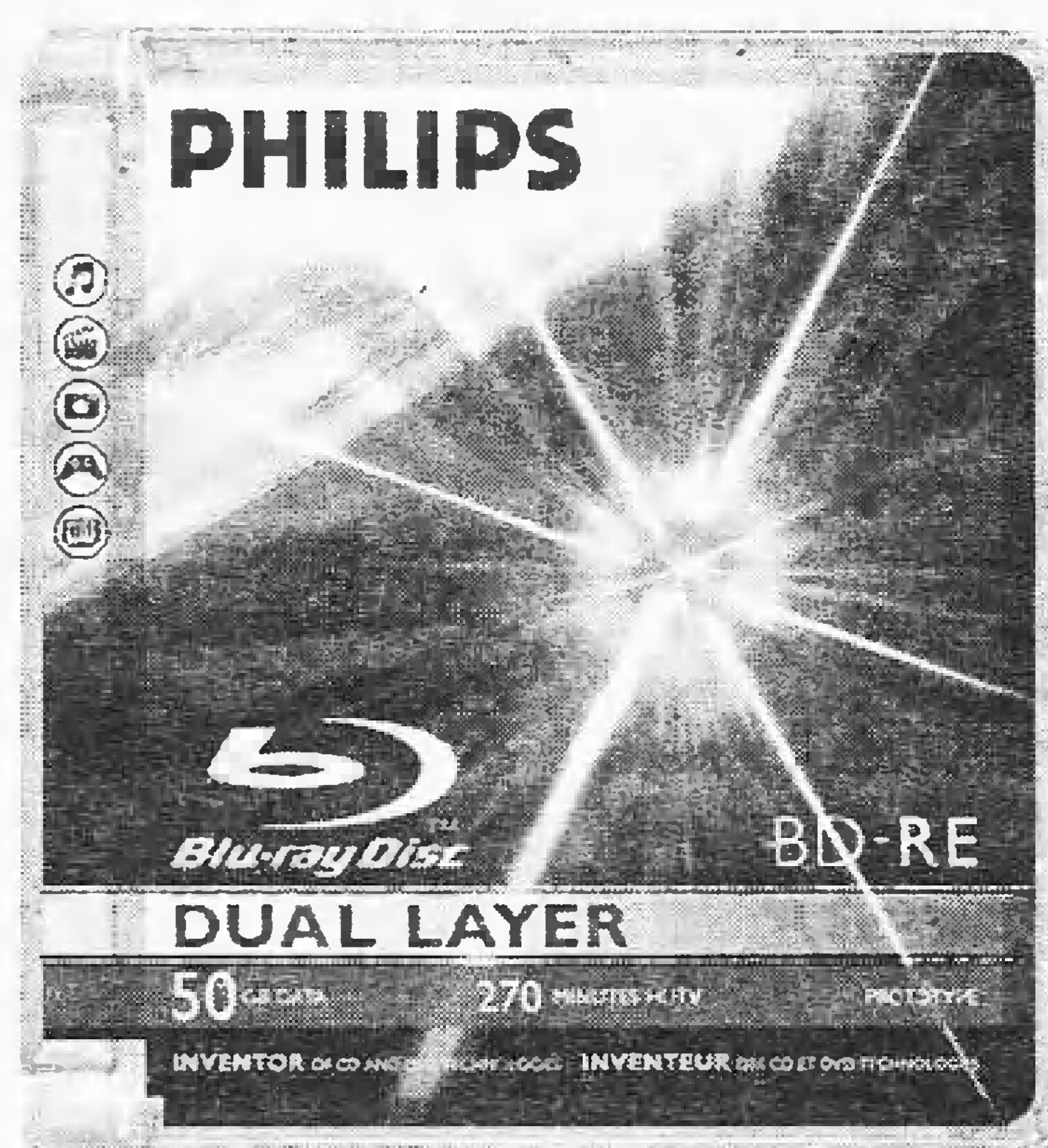


Рис. 19

та, в данном случае — между питателями). В результате, площадь пятна от лазерного луча сократилась (рис.17), что позволило получить питы меньшего размера и существенно уменьшить толщину дорожек диска и зазор между ними (рис.18).

BR-диск по сравнению с диском HD-DVD более емкий: на однослойном можно разместить 25...27 Гбайт данных (рис.19), на двухслойном помещается до 50 Гбайт (рис.20), а Toshiba выпустила четырехслойный емкостью 100 Гбайт. За счет чего достигается большая плотность записи? Увеличение числовой

Рис. 20



апертуры линзы с 0,6 до 0,85 позволяет увеличить плотность записи в 2 раза, а меньшая длина волны — в 2,6 раза. Умножая два коэффициента друг на друга, получаем искомый результат — увеличение емкости по сравнению с DVD в пять раз.

Источники информации

7. <http://www.ovi-studio.ru>
8. <http://www.compress.ru>
9. <http://www.bigregerat.com>
10. <http://www.composter.ru>
11. <http://www.hard.ru>
12. <http://forum.golid.com>

(Окончание следует)

Сенсорное управление бра

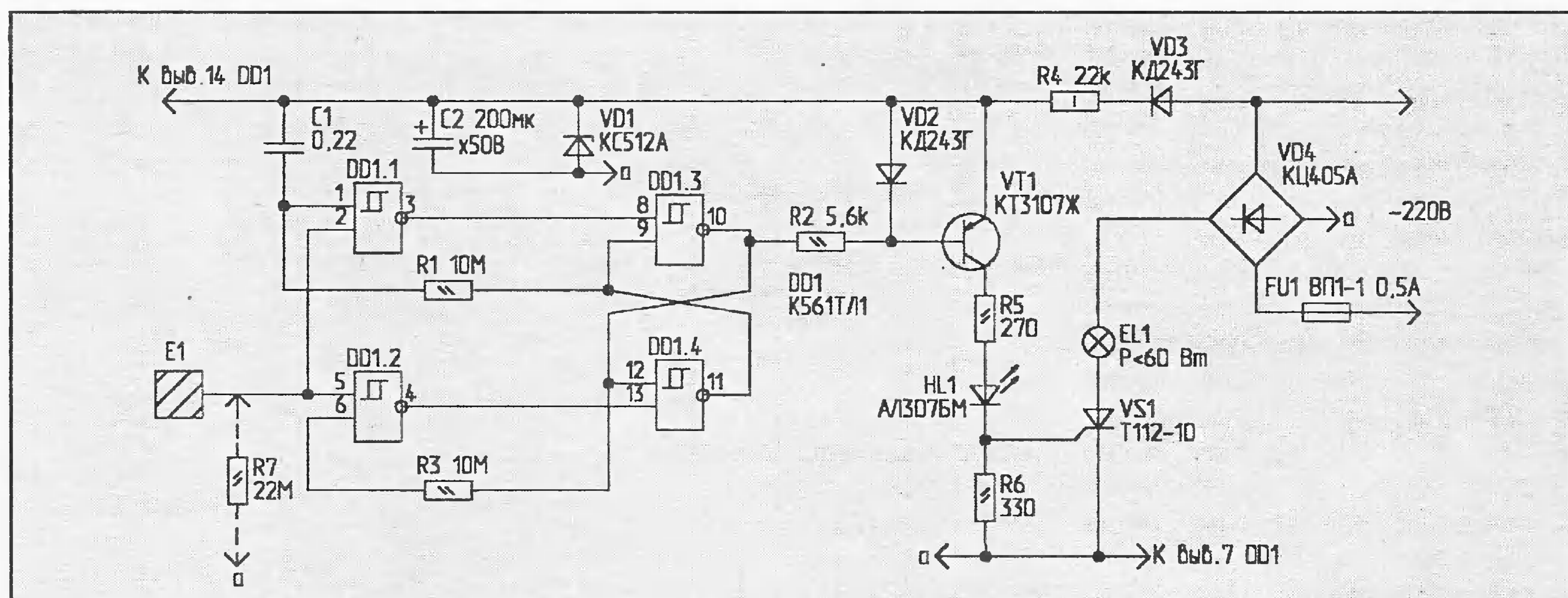
А.КАШКАРОВ,
г.С.-Петербург.

Предлагаю читателям электронное устройство для управления бра, висящим над диваном, настольной лампой или любой другой активной нагрузкой, сочетающее в себе тиристорный коммутатор, триггер и сенсорный узел, бла-

годаря которому любой проводящий ток предмет (как с малым — единицы ом, так и с большим — единицы-десятки мегаом сопротивлением). Оригинальным сенсором может послужить декоративный цветок в горшке. Фактически все его

электрически соединенный с микросхемой DD1).

При прикосновении к сенсорному контакту E1 наведенное в теле человека переменное напряжение, передаваясь на сенсор E1, воздействует на элементы DD1.1 и DD1.2 и спо-



годаря которому триггер управляется прикосновением к сенсорному контакту. Два устойчивых состояния триггера подразумевают такое функционирование: один раз коснулся сенсорного контакта — свет включился, второй раз — выключился.

части: ствол, листья, земля и корпус цветочного горшка являются сенсорными контактами (если, конечно, в качестве подводящего контакта использовать металлический штырь, воткнутый в землю цветочного горшка на глубину 2...10 см и

способствует переключению бистабильной ячейки RS-триггера, образованной элементами DD1.3 и DD1.4, в другое устойчивое состояние. К выходу элемента DD1.3 через ограничительный резистор R2 подсоединен ключ на транзисторе VT1, управля-

ющий тиристором VS1. Если на выводе 10 микросхемы DD1.3 высокий логический уровень — транзистор VT1 и тиристор VS1 закрыты, низкий уровень — открыты.

В тот момент, когда на выводе 10 DD1.3 низкий уровень, транзистор VT1 открыт только в период времени, когда на диоде VD2 падение напряжения меньше, чем на стабилитроне VD1. В остальное время транзистор VT1 заперт. Открывание транзистора происходит сообразно синусоидальному характеру изменения переменного напряжения сети с частотой 50 Гц, поэтому открывающие транзистор и, соответственно, тиристор импульсы поступают на лампу накаливания с этой же частотой, а формирование этих импульсов происходит в начале каждого периода синусоиды, когда величина напряжения незначительна. В результате уровень помех в сети, возникающих из-за включения тиристора, минимален, а лампа не подвергается перегрузкам в момент включения (самый опасный момент в “жизни” ламп накаливания). Основным элементом, обеспечивающим такой характер работы узла, является диод VD2.

Нагрузкой для тиристора VS1 является лампа накаливания EL1. Вместо нее можно включить любую активную нагрузку с мощностью потребления не более 60 Вт (при большей мощности нагрузки тиристор необходимо установить на теплоотвод или заменить более мощным).

RS-триггер переключается сигналами низкого уровня по входам (выводам 8 и 13) элементов DD1.3 и DD1.4. Переключающие сигналы на входы RS-триггера подаются с выходов (выводов 3 и 4) элементов DD1.1 и DD1.2. Выходы триггера через резисторы R1 и R2 соединены с входами элементов DD1.1 и DD1.2. Благодаря такому решению при каждом касании сенсора E1 управляющий триггером низкий уровень будет поочередно присутствовать то на выводе 8 DD1.3, то на выводе 13 DD1.4. Соответственно,

выходной сигнал триггера также меняется с каждым новым касанием. Установившееся состояние триггер сохраняет сколь угодно долго (пока подано питание). В начальный момент при включении питания триггер за счет конденсатора C1 устанавливается так, что на выводе 10 DD1.3 — высокий уровень, транзистор VT1 и тиристор VS1 заперты, лампа EL1 погашена.

Бестрансформаторный источник питания состоит из элементов VD3, R4, C2 и стабилитрона VD1, образующих однополупериодный выпрямитель. Оксидный конденсатор C2 сглаживает пульсации напряжения. Ток потребления устройства (без учета тока лампы) не превышает 12 мА.

Микросхему K561ТЛ1 при необходимости можно заменить на зарубежный аналог CD4093. Эта микросхема представляет собой 4 логических элемента 2И-НЕ с триггерами Шмитта, т.е. с гистерезисом переключения, и работает в широком диапазоне питающих напряжений (3...15 В). Высокая защищенность входов микросхемы от статического электричества и превышения напряжения позволяет использовать K561ТЛ1 в данной конструкции с участием сенсора.

Вместо транзистора VT1 можно применить КТ3107, КТ361Г (Д). Стабилитрон VD1 — любой, рассчитанный на напряжение стабилизации 12...15 В, например, Д814Д. Оксидный конденсатор C2 — К50-24, К50-35 на рабочее напряжение не ниже 25 В, его тип не принципиален. неполярный конденсатор C1 — КМ6 или аналогичный. Тиристор VS1 — КУ201К...КУ201М, КУ202К...КУ202М, Т112-10 или аналогичный. Выпрямительный мост VD4 — КЦ402А, КЦ405А, КЦ407А или собранный из дискретных диодов типа КД105, КД243, 1N4004...1N4007. Эти же рекомендации касаются возможной замены диодов VD2 и VD3. Все постоянные резисторы — МЛТ-0,25, С2-33. Светодиод — АЛ307БМ или аналогичный.

Устройство собирают на монтажной плате и закрепляют в корпусе из диэлектрического материала. Силовую часть монтируют так, чтобы корпуса тиристора и выпрямительных диодов (в случае применения дискретных диодов) не имели контакта с другими элементами. Фазировка подключения устройства к осветительной сети не принципиальна.

Чувствительность сенсорного узла при необходимости корректируется резистором R7 (показан на схеме пунктиром). Длина неэкранированного провода типа МГТФ с сечением 0,8...1 мм² от выводов 2 и 5 DD1 к сенсорной пластине E1 в авторском варианте составляет 25 см. Сенсор E1 я сделал из куса жестяной декоративной решетки от акустических систем, обрезав под нужную фигуру (круг, квадрат) с площадью поверхности 25...30 см². Мне резистор R7 не понадобился, так как узел работает без сбоев и ложных срабатываний. Если длину провода сделать больше 30 см, возможны ложные срабатывания, происходящие от помех по сети 220 В, например, при подключении утюга или электрочайника. В этом случае включением резистора R7 удастся полностью их подавить. При увеличении сопротивления R7 чувствительность сенсора повышается, при уменьшении — снижается.

Дополнительное удобство устройству придает узел индикации состояния триггера на светодиоде HL1. При открытом транзисторе VT1 светодиод HL1 светится. Яркость свечения зависит от сопротивления ограничительного резистора R5 в цепи коллектора VT1.

При испытаниях устройства я применял, кроме провода МГТФ, также и экранированный соединительный провод от выводов 2 и 5 DD1 к сенсору E1, подключив экран к отрицательному полюсу источника питания. В этом случае влияния помех на сенсор удавалось избежать при длине провода до 1 м. Однако применять экранированный провод в

данном случае можно только при питании от источника с гальванической развязкой сетевого напряжения.

Внимание! Устройство питается непосредственно от сети 220 В и не имеет гальванической развязки. Поэтому при работе с ним требуется соблюдать осторожность. Монтаж

элементов следует производить при полностью отсоединенном от сети устройстве. После сборки первое включение производят от стабилизированного источника с понижающим трансформатором с выходным напряжением 9...15 В, предварительно отсоединив узел управления нагрузкой и элементы бестрансфор-

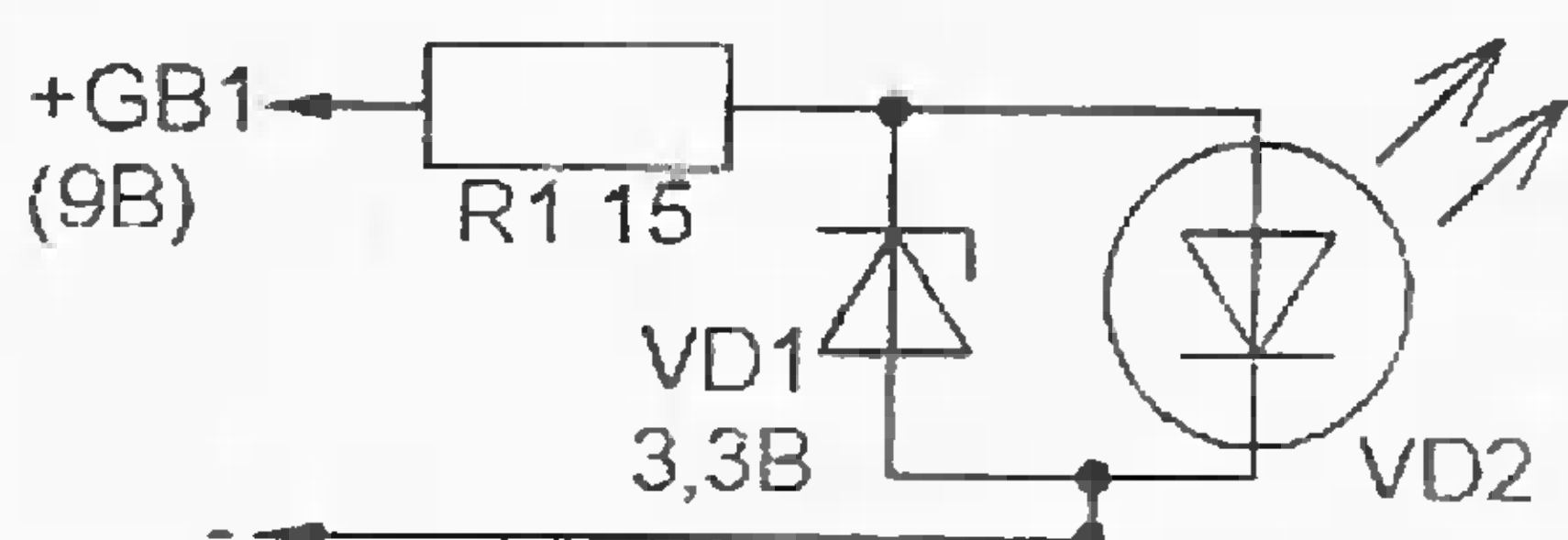
маторного источника питания.

Поскольку принцип действия сенсора этого типа состоит в реакции на наведенное в теле человека (другом проводящем предмете) переменное напряжение, в местах, где таких наводок нет (в поле, в сельском доме "без электричества" и т.п.) сенсор работать не будет.

Светодиодная лампа для карманного фонарика

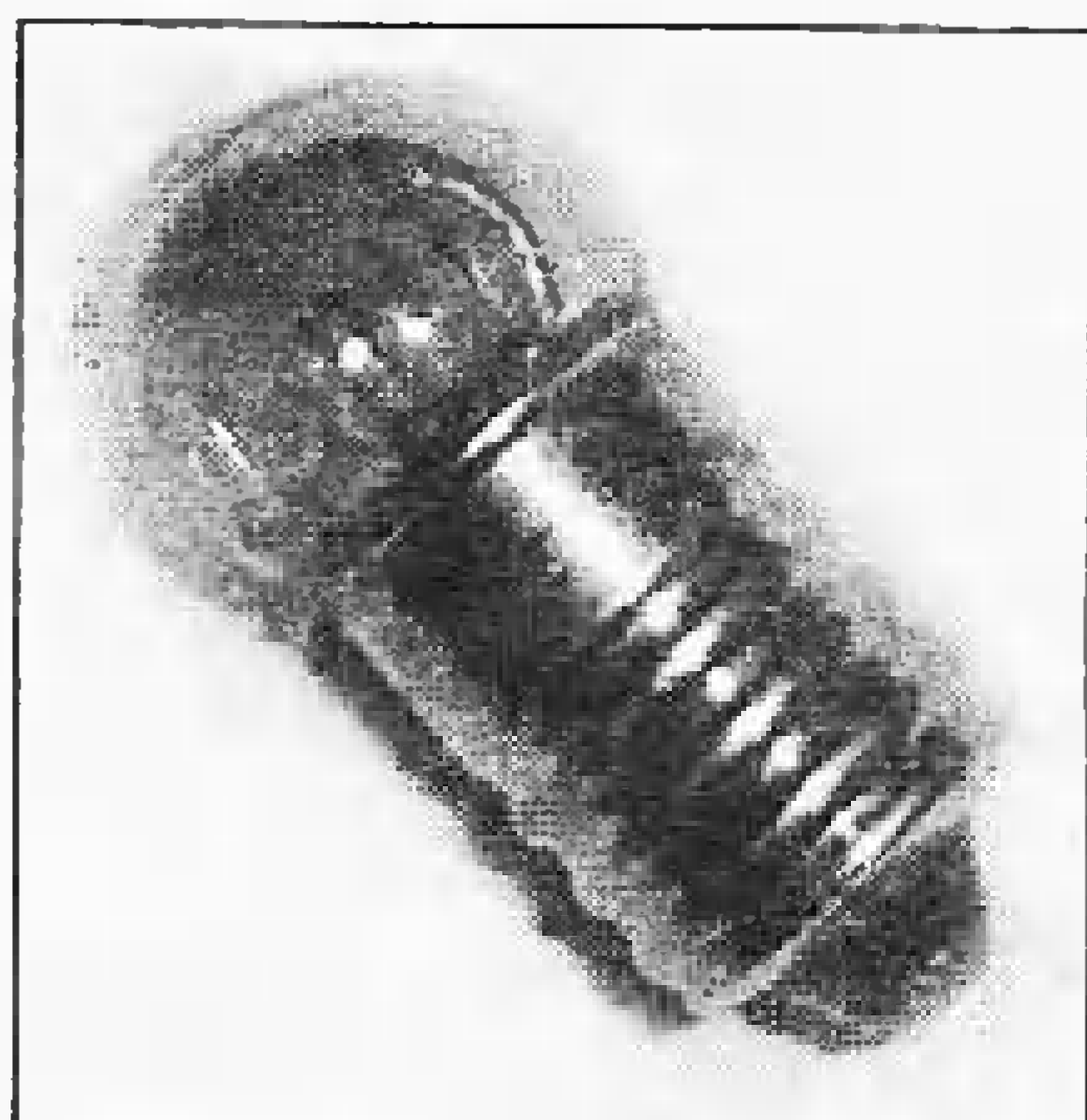
В настоящее время сверхяркие светодиоды получают все большее распространение. Высокий КПД и длительный срок службы позволяют с успехом использовать их в карманных фонариках вместо традиционных лампочек накаливания.

Рис. 1



Однако при замене лампочки на светодиод обычно требуется доработка конструкции фонарика. Предлагаю такую технологию переделки, которая не затрагивает сам фонарик. Схема светодиодной лампы представлена на рис.1. Резистор R1 и стабилитрон VD1 образуют простейший параметрический стабилизатор напряжения. Эти элементы вместе со светодиодом размещаются в цоколе штатной лампочки накаливания фонарика (рис.2). Светодиод VD2 — белого цвета свечения. Для того, чтобы его свет соби-

Рис. 2



рался отражателем фонарика в точку, необходим светодиод с углом излучения $\alpha=120...160^\circ$.

Лампочку обертывают бумагой или тряпкой и пассатижами осторожно раздавливают колбу. Освободившийся цоколь очищают от осколков стекла и освобождают припаянные к нему проволочные выводы. Выводы резистора, стабилитрона и светодиода укорачивают до минимальной длины, подгибают так, чтобы эти элементы поместились в цоколе лампочки, и спаивают их между собой по схеме (рис.1). Затем их помещают внутрь

Рис. 3



цоколя, "центрируют" светодиод (его линза должна быть на том же уровне, что и колба лампы), и припаивают к выводам цоколя. Получившуюся светодиодную "лампочку" (рис.3) вкручивают в фонарик и проверяют в работе (яркость и фокусировку света). При необходимости корректируют положение светодиода, а после фиксируют конструкцию каплей какого-либо компаунда или герметика.

Большинство сверхярких светодиодов работает при напряжении от 3,0 до 3,9 В. Однако при напряжении 3,8...3,9 В светодиоды начина-

ют сильно нагреваться, вследствие чего возможен их пробой. Использование высоких напряжений также приводит к быстрому "истощению" полупроводника. Наиболее оптимальным режимом питания является напряжение 3,2...3,3 В. При этом прямой ток, протекающий через светодиод, обычно составляет около 20 мА. Более точное значение для выбранного светодиода можно узнать из документации или опытным путем.

Режим светодиода задается с помощью параметрического стабилизатора R1-VD1. Для обеспечения напряжения светодиода $U_{HL}=3,3$ В выберем стабилитрон VD1 с напряжением стабилизации $U_C=3,3$ В. Чтобы получить малые габариты, берем стабилитрон с допустимой рассеиваемой мощностью не более 0,5 Вт и ограничиваем рассеиваемую мощность на нем ($P_C=0,2$ Вт). Тогда сопротивление резистора R1 можно рассчитать по формуле:

$$R1 = \frac{U_{GB} - U_{HL}}{\frac{P_C}{U_C} + I_{HL}} = \frac{4,5 - 3,3}{\frac{0,2}{3,3} + 0,02} = 15 \text{ (Ом)}.$$

Теперь определяем мощность, рассеиваемую резистором:

$$\frac{(U_{GB} - U_{HL})^2}{R1} = \frac{(4,5 - 3,3)^2}{15} = 0,01 \text{ (Вт)}.$$

Из расчета видно, что в схему можно установить ограничительный резистор сопротивлением 15 Ом и допустимой мощностью 0,125 Вт.

Е.ПЕРЕВЕРЗЕВ,

г.Кропоткин
Краснодарского края.

В.ХОДЫРЕВ,
г.Пермь.

Доработка радиостанции Motorola TLKRT3

В настоящее время в продаже появились недорогие модели носимых радиостанций, которые работают в специально выделенном диапазоне 466 МГц и не требуют регистрации и разрешения на их использование. Одной из таких радиостанций является TLKRT3 фирмы Motorola. Радиостанция компактна и легко уместится в руке или в кармане. Традиционная выступающая антенна, которая обычно сильно увеличивает габариты, здесь заменена полукольцом. Разобрав корпус радиостанции, увидим, что большая часть полукольца свободна, а антенна, представляющая собой спираль из упругой медной проволоки (рис.1), имеет длину всего около 3 см. Нижнее полукольцо вообще ничем не занято.

С такой антенной дальность работы радиостанции невелика. Кроме того, пустующая нижняя часть только увеличивает габариты радиостанции.

В результате несложного эксперимента с разными антеннами оказалось, что при использовании "спиральной" антенны длиной около

9 см дальность и "пробивная" способность радиостанции в городе значительно возрастают. Спиральная антенна была намотана на

отрезке изолятора центрального проводника антенного кабеля, диаметр которого — около 5 мм. Сам кабель имеет диаметр около 7-8 мм, сверху покрыт черной изоляцией, которую нужно удалить, а оплетку снять. Останется изолятор центрального провода и сам центральный провод, который также нужно вытащить (удалить).

Кабели бывают разные, но следует выбрать такой кабель, изолятор центрального проводника которого обладает определенной упругостью, что обеспечит упругость всей будущей антенны. В частности, кабель RG6 в данном случае не подходит.

Далее на отрезок изолятора наматывается 9 витков медного провода $\varnothing 0,1 - 0,2$ мм, который закрепляется по концам. С одного конца остается отрезок длиной около 2 см для подключения к схеме радиостанции. Витки следует мотать не равномерно, а немного увеличивая расстояние между ними — т.е. начать с расстояния между витками около 6 — 7 мм, а закончить — 12 — 13 мм. Концы провода фиксируются на основании каким-либо способом, а сверху надевается термоусадочная трубка соответствующего диаметра,

Рис. 1

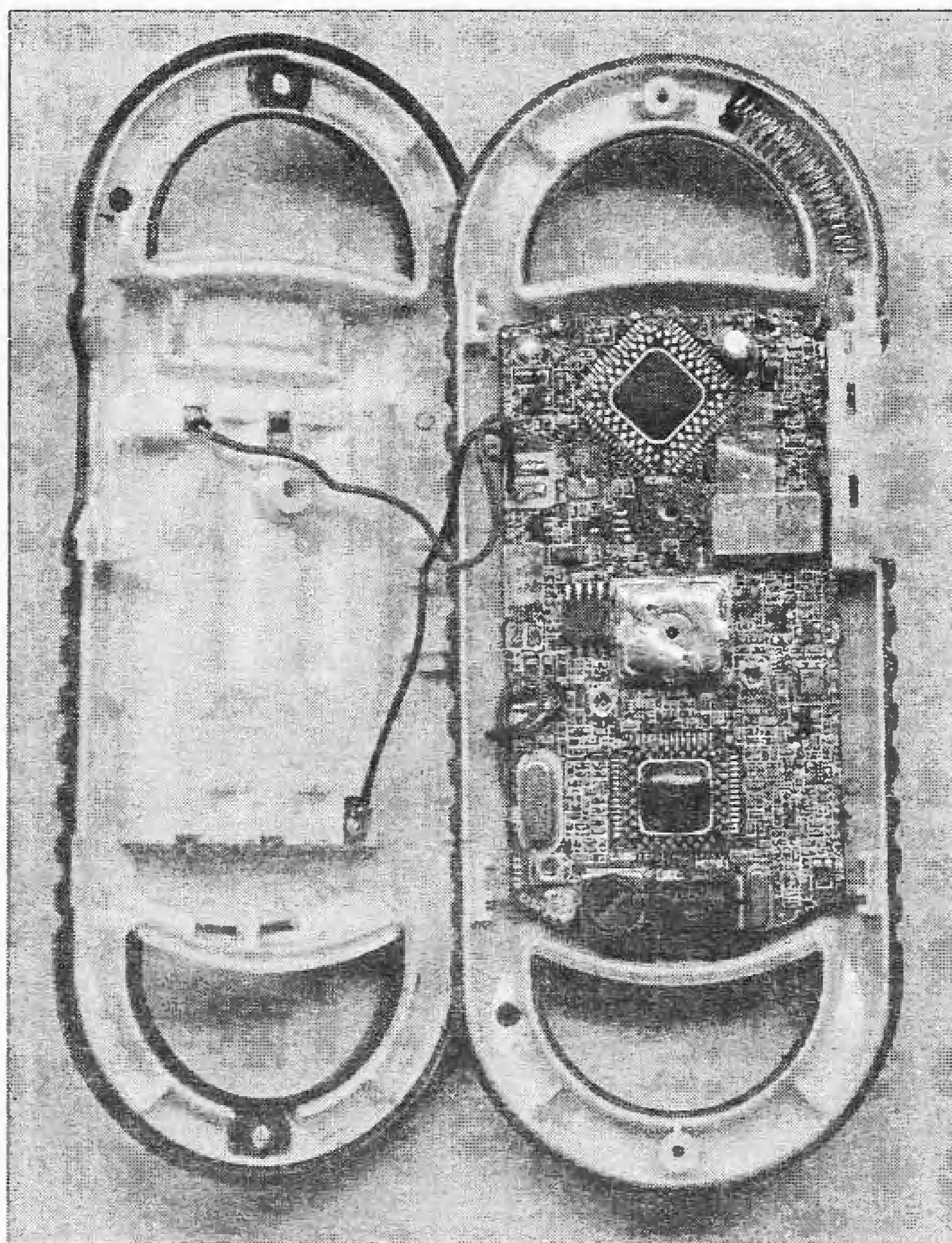
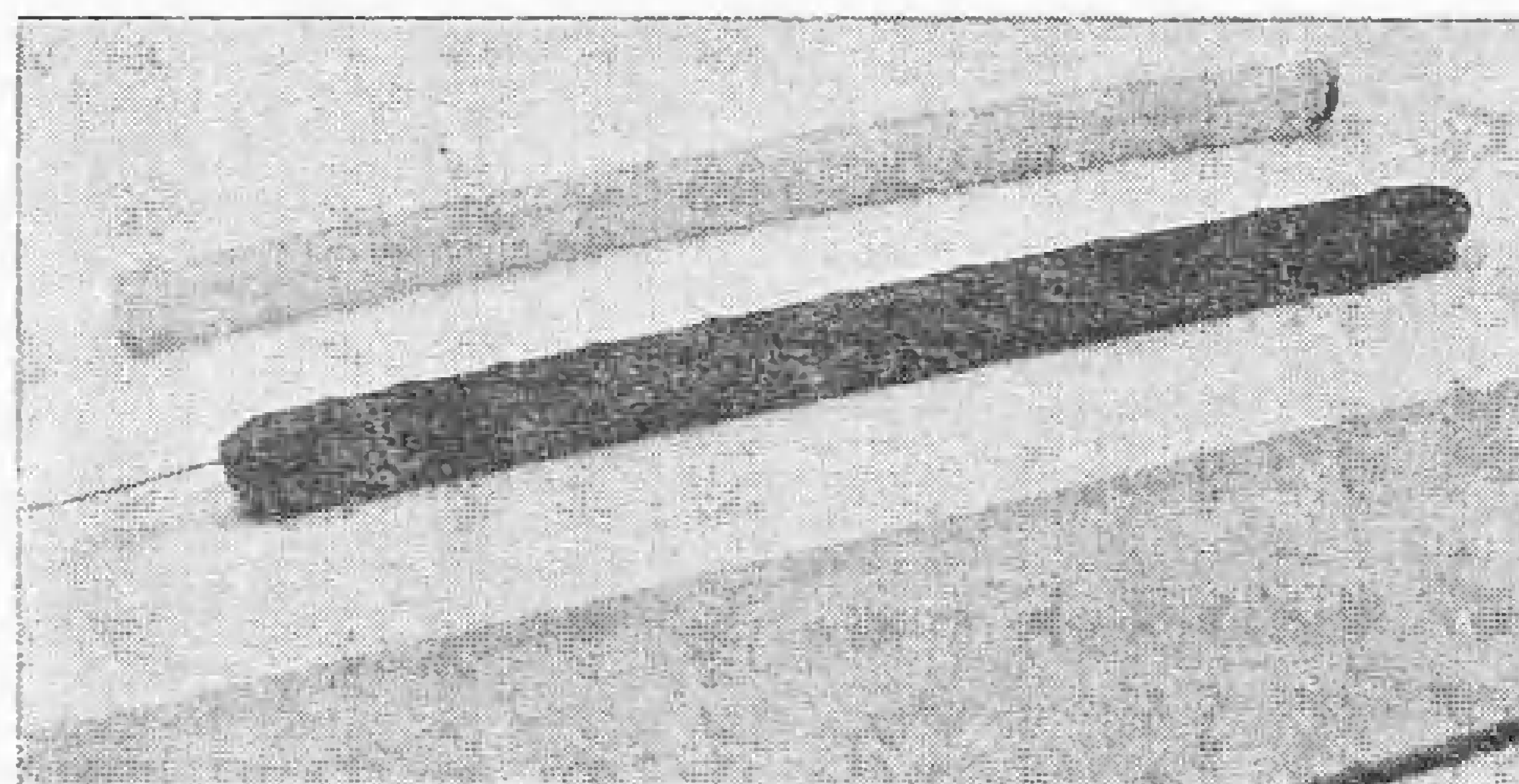


Рис. 2



которая после ее нагрева плотно охватывает антенну, прижимает провод к изолятору и создает аккуратный вид (рис.2). Такая антенна хорошо гнется и достаточно упруга.

Для повышения компактности радиостанции после установки самодельной антенны ее можно согнуть в полукольцо, открытым кон-

прикрепить к половинке корпуса быстросохнущим клеем (например, "Монолит"). Сделать крепление более надежным помогут кусочки ваты, которыми следует заполнить свободные полости между антенной и корпусом в месте склеивания. Затем эти кусочки пропитываются клеем и плотно охватывают антенну. Когда клей

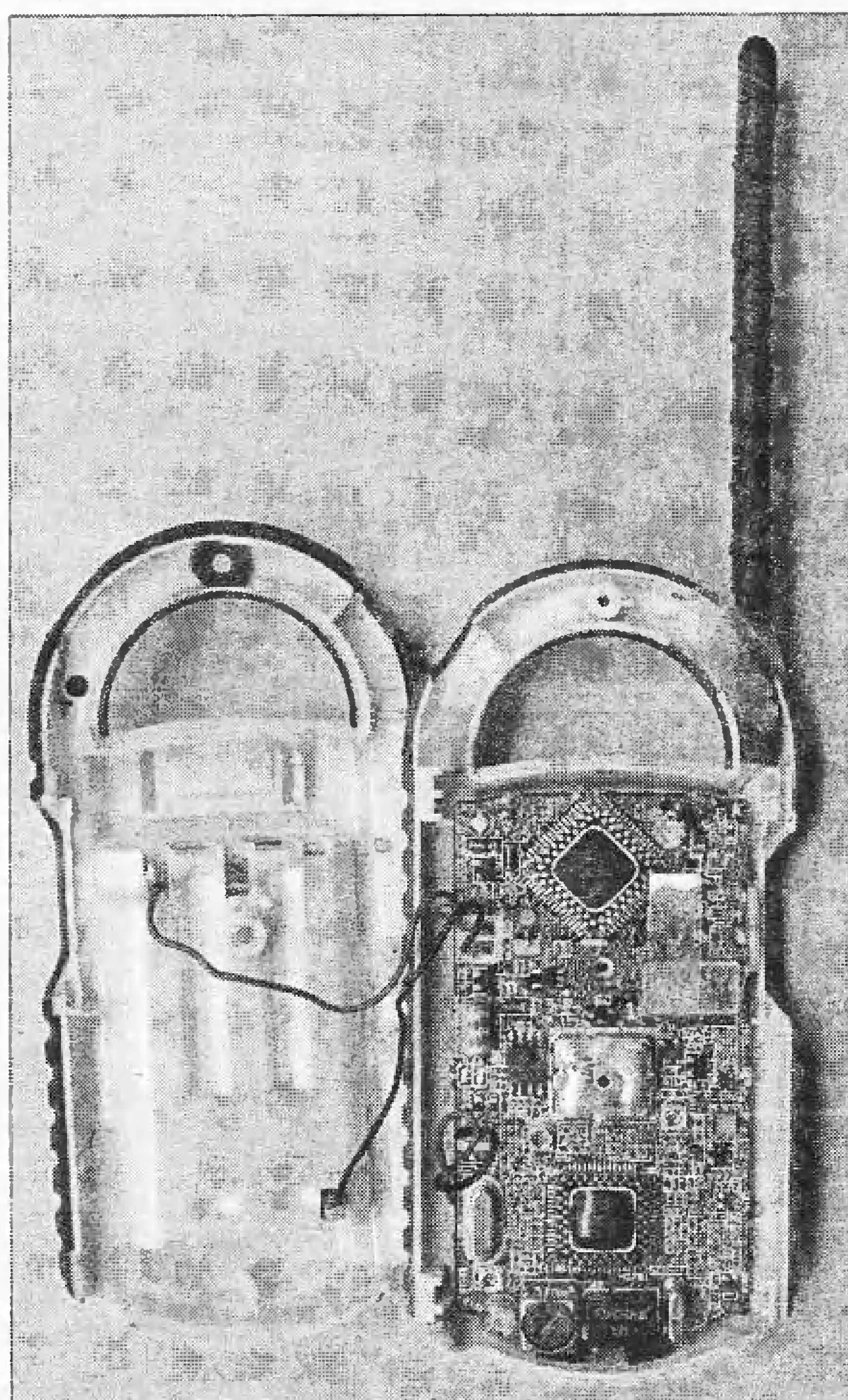
высохнет, антенна будет надежно держаться на своем месте. Симметрично, на другом боку полукольца, делается отверстие, в которое будет вставляться свободный конец антенны для фиксации ее в согнутом положении.

Поскольку через проделанные в корпусе отверстия внутрь радиостанции могут попадать пыль и грязь, нужно предотвратить их проникновение. Для этого проделанные отверстия нужно промазать силиконовым герметиком. Чтобы половинки корпуса не приклеились друг к другу, силикон наносится на одну половинку, а другая в месте соприкосновения с силиконом смазывается смазкой типа литол. Потом обе половинки складываются, силикон заполняет внутреннее отверстие,

цом вставить в отверстие, сделанное в верхнем полукольце корпуса, и зафиксировать в таком положении. От корпуса нужно также отпилить нижнее полукольцо, а образовавшиеся отверстия заделать кусочками пластика. В результате, общий размер радиостанции со сложеной антенной будет даже немного меньше (рис.3), чем до переделки, а новая антенна даст выигрыш в дальности действия более чем в 2 раза. Если расстояние велико, то самодельная антенна вытаскивается из отверстия, в котором она фиксируется в согнутом положении, и распрямляется. В результате дальность радиосвязи еще больше увеличивается.

Чтобы вставить новую антенну в корпус, нужно проделать отверстие соответствующего диаметра напротив места присоединения антенны к схеме (рис.4), а саму антенну

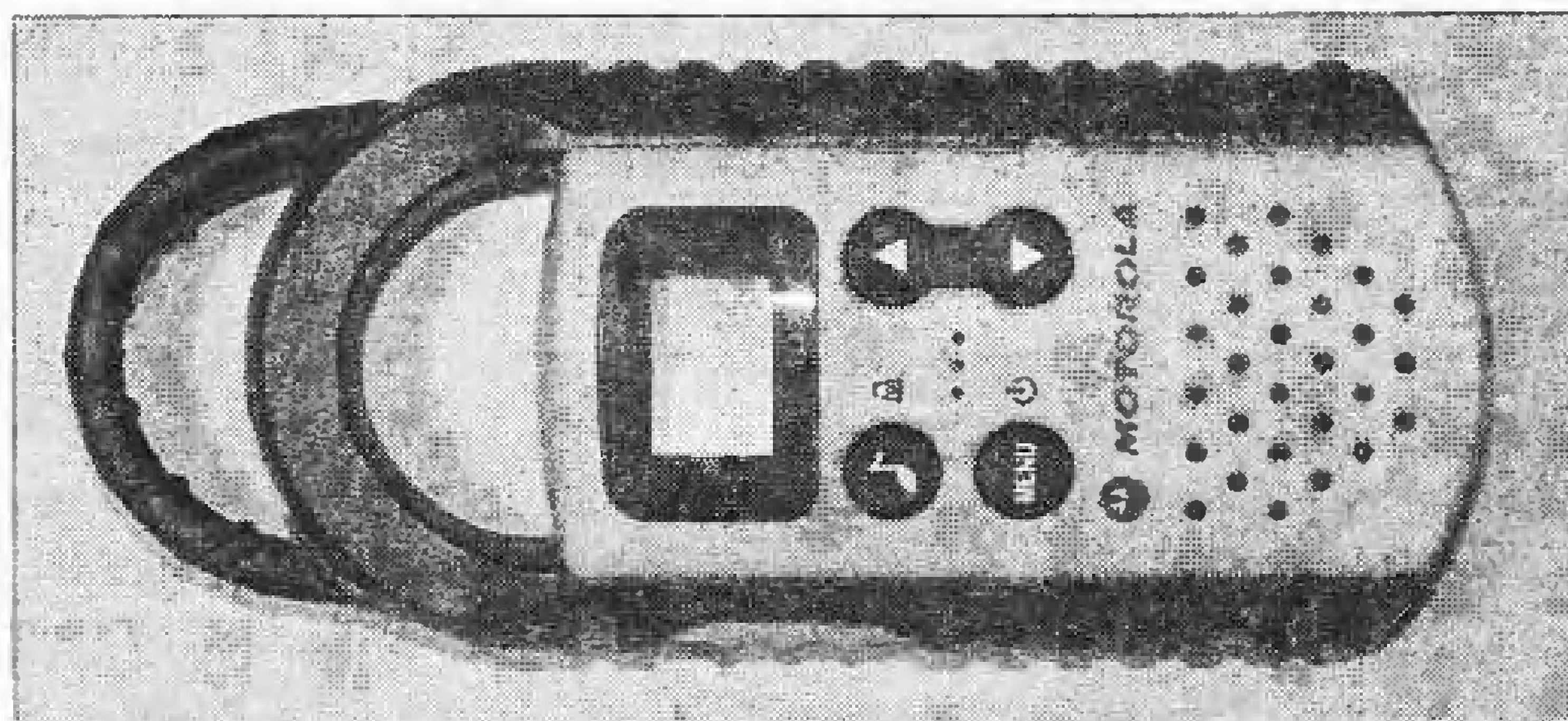
Рис. 4



через которое пыль и грязь могут проникнуть внутрь радиостанции, и через некоторое время высыхает. Поскольку на смазку силикон не прилипнет, половинки потом можно легко раскрыть.

После такой доработки радиостанция Motorola TLKRT3 может применяться в двух вариантах — с согнутой антенной и с выпрямленной. Когда антенна находится в согнутом состоянии, габариты радиостанции уменьшаются, и в таком виде она легко помещается в кармане. Если поступил вызов и нужно ответить, то для увеличения дальности передачи антенну можно распрямить и провести радиосвязь. В целом длина антенны и ее положение в большей степени сказываются в режиме передачи, нежели в режиме приема, из чего и следует исходить при выборе способа применения новой антенны.

Рис. 3



Операционные усилители

(Продолжение.)

Начало в №№1-4, 6-12/09, 1-6/10)

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ СЕРИИ 1417

1417УД6. Операционные усилители с согласованной парой полевых транзисторов на входе, малы-

ми входными токами и внутренней частотной коррекцией. Выпускаются в круглом металлок-

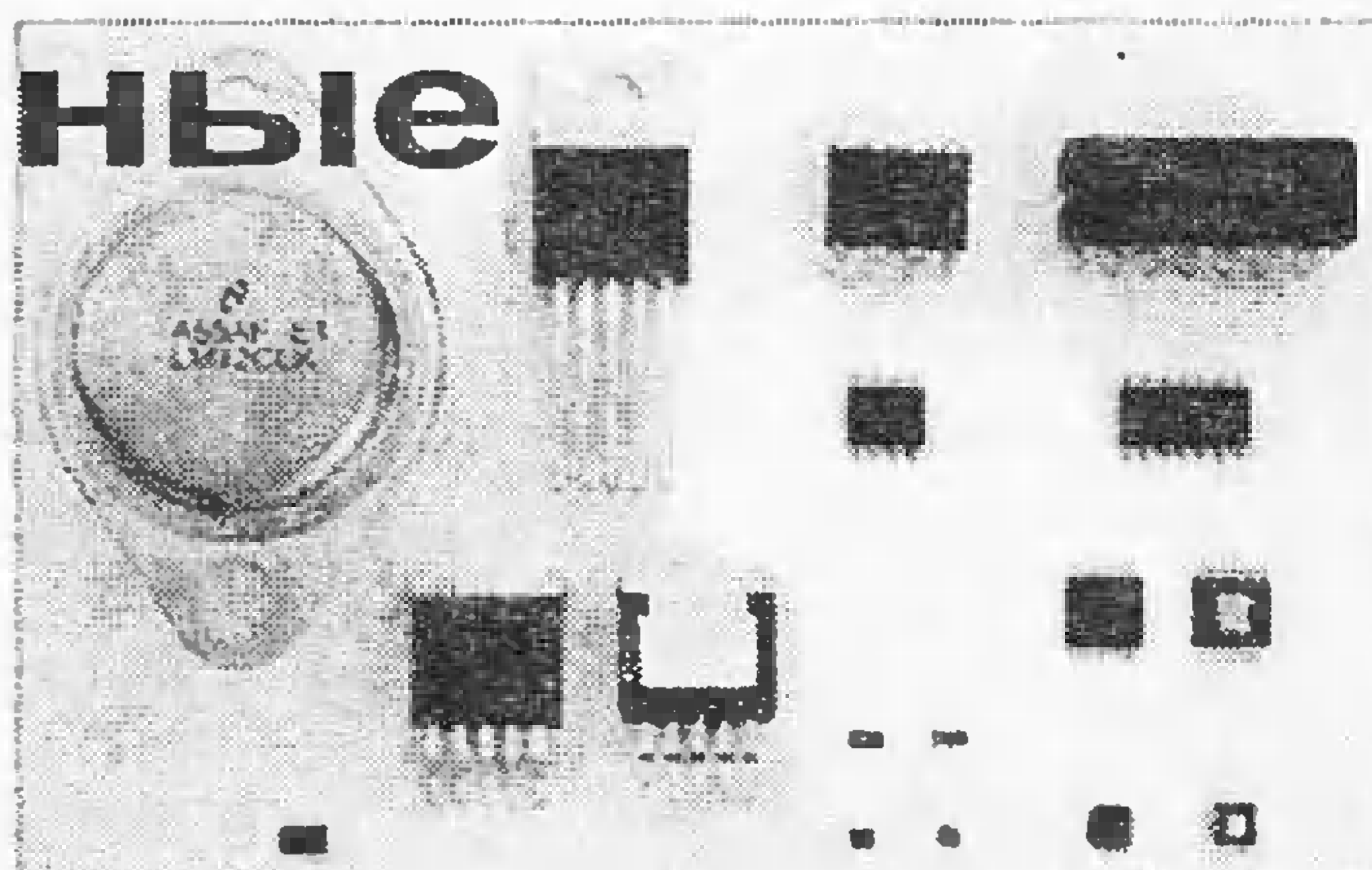


Рис. 214

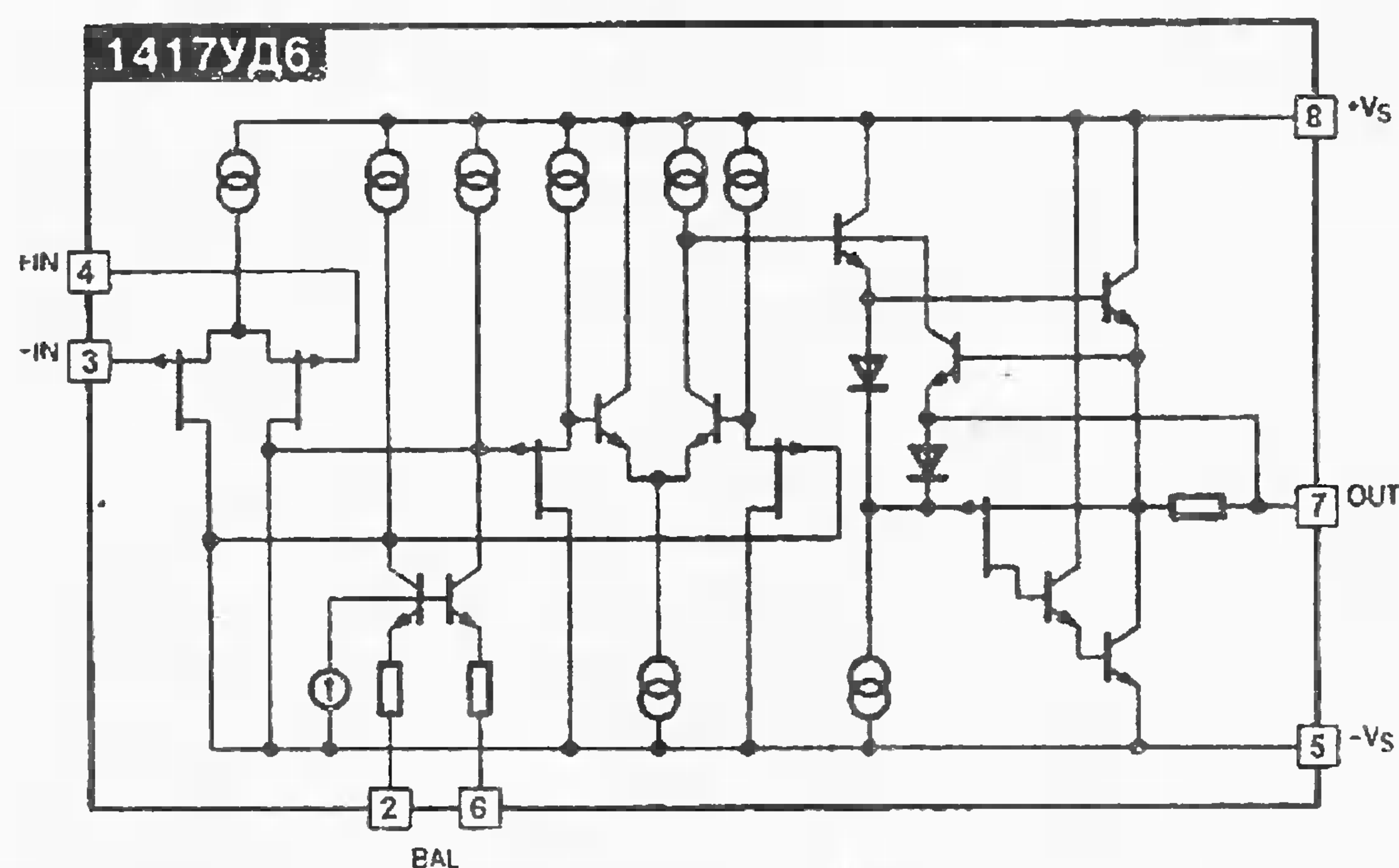


Табл.25

Параметр	1417УД6		1417УД13	М1417УД20	1417УД29 (1417УД2901)			1417УД294	
	А	Б			А	Б	В	А	Б
Коэффициент усиления (K_U), 10^3	70	50	0,01	50	70	50	20	70	50
Коэффициент ослабления синфазного сигнала ($K_{осс}$), дБ	80	70	90	70	80	70	70	80	70
Напряжение смещения нуля ($\pm U_{см}$), мВ	5	8	0,05	5	5	8	1	5	8
Температурный дрейф $U_{см}$ ($\Delta U_{см}/\Delta t$), мВ/°C	20	60	0,5	20	20	60	20	20	60
Входной ток ($I_{вх}$), нА	0,5		1	2	0,5			0,5	
Разность входных токов ($\Delta I_{вх}$), нА	0,25		0,3	1	0,25			0,25	
Частота единичного усиления (f_1), МГц	-		-	0,55	1			-	
Максимальное входное дифференциальное напряжение ($U_{вх.дф.мах}$), В	-		20	-	-			-	
Максимальное входное синфазное напряжение ($U_{вх.сф.мах}$), В	± 11		± 1	± 11	± 11	± 11	± 3	± 11	
Максимальное выходное напряжение ($U_{вых.мах}$), В	$\pm 11,5$		± 1	± 11	$\pm 11,5$	$\pm 11,5$	$\pm 3,5$	$\pm 11,5$	
Скорость нарастания выходного напряжения (V_U), В/мкс	2,5	1,5	-	1	2,5	1,5	1,5	2,5	1,5
Минимальное сопротивление нагрузки ($R_{н.мин}$), кОм	2		20	-	2			2	
Ток потребления (I_n), мА	3,8		2	3,8	3,8			3,8	
Напряжения питания, В	± 15		± 15	± 15	± 15	± 15	± 6	± 15	
Тип корпуса	301.8-2		3101.8-1	201.14-1	301.8-2 (3101.8-1)			401.14-5	
Цоколевка (рис.№)	215		217	219	220а			220б	
Аналог	LF155		HA-2900	LF155	LF155			LF155	

ляном корпусе типа 301.8-2 (рис.186, №5/10, С.43).

Структура ОУ приведена на рис.214, основные параметры — в табл.25. Цоколевка и схема включения показаны на рис.215.

1417УД13. Прецизионные дифференциальные усилители постоянного тока типа МДМ (модулятор-демодулятор) на МОП-транзисторах с небольшим коэффициентом усиления, малыми температурными и временными дрейфами напряжения смещения и разности входных токов. Верхняя граничная частота усилителей определяется внутренним мультивибратором, частота которого задается конден-

Рис. 215

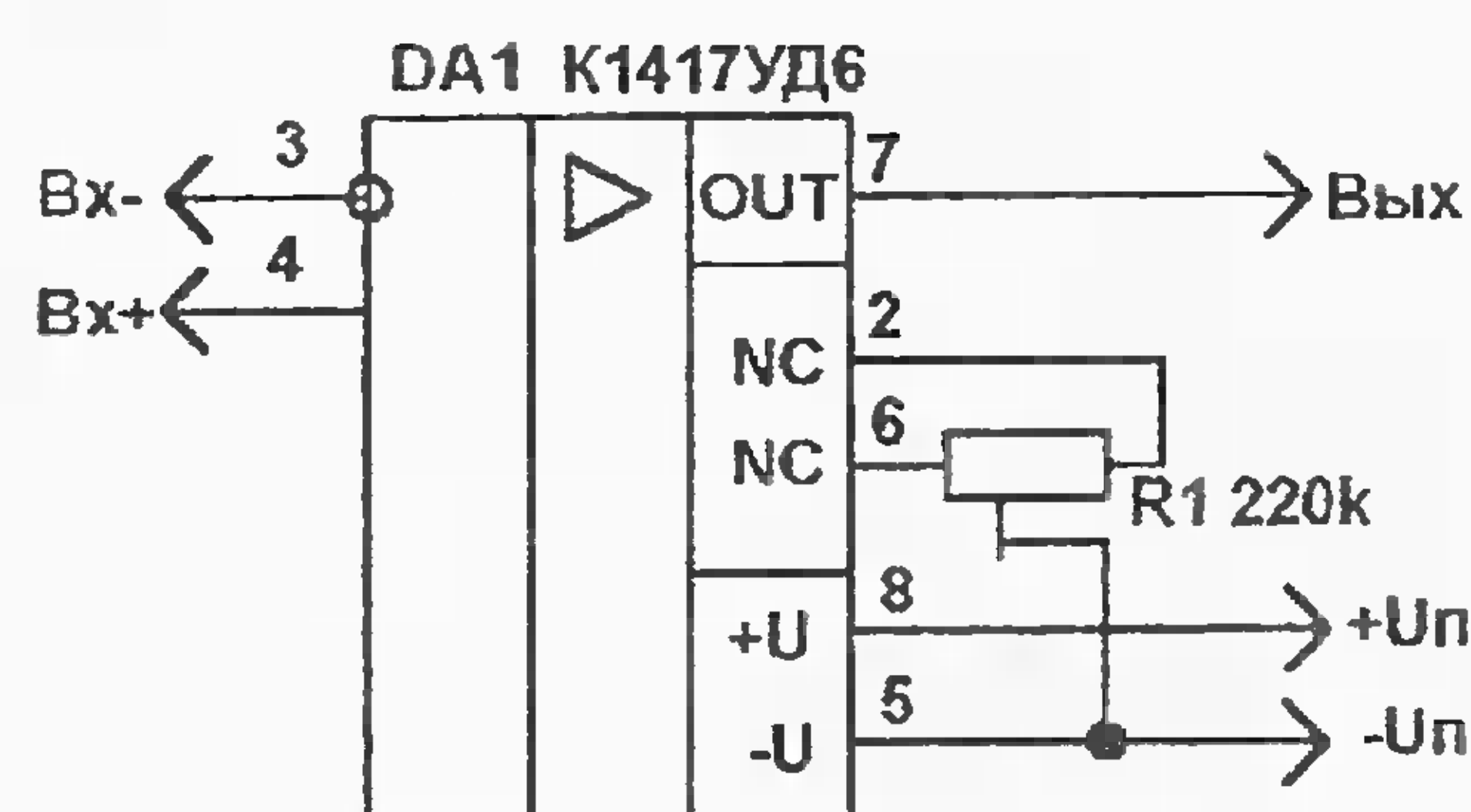


Рис. 216

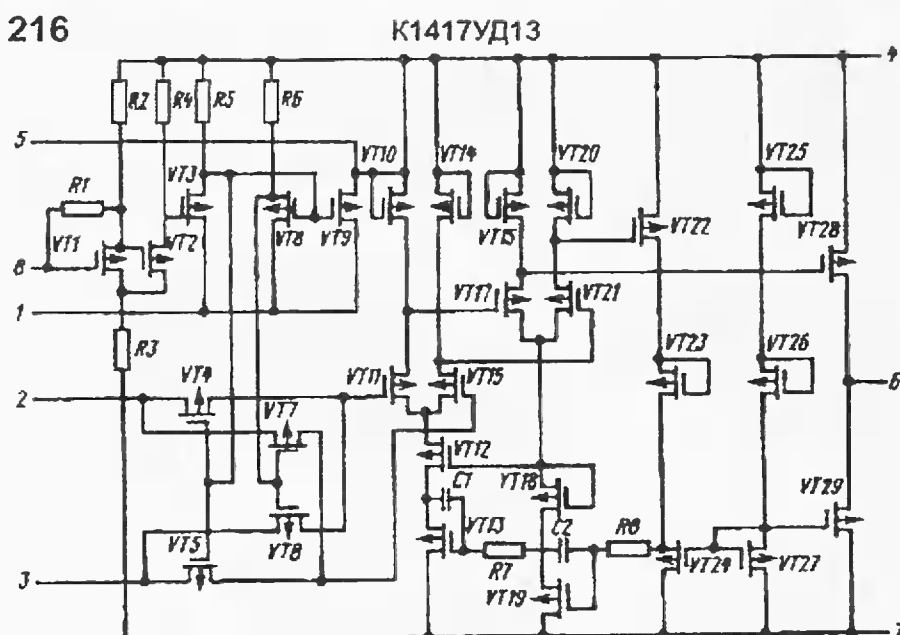
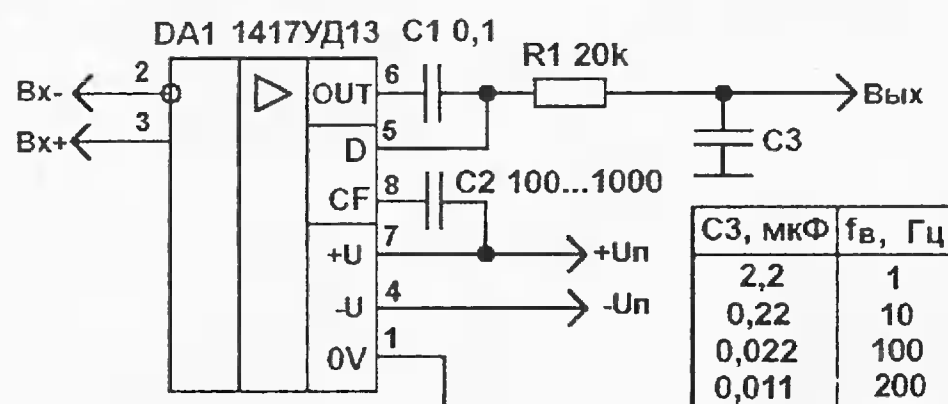
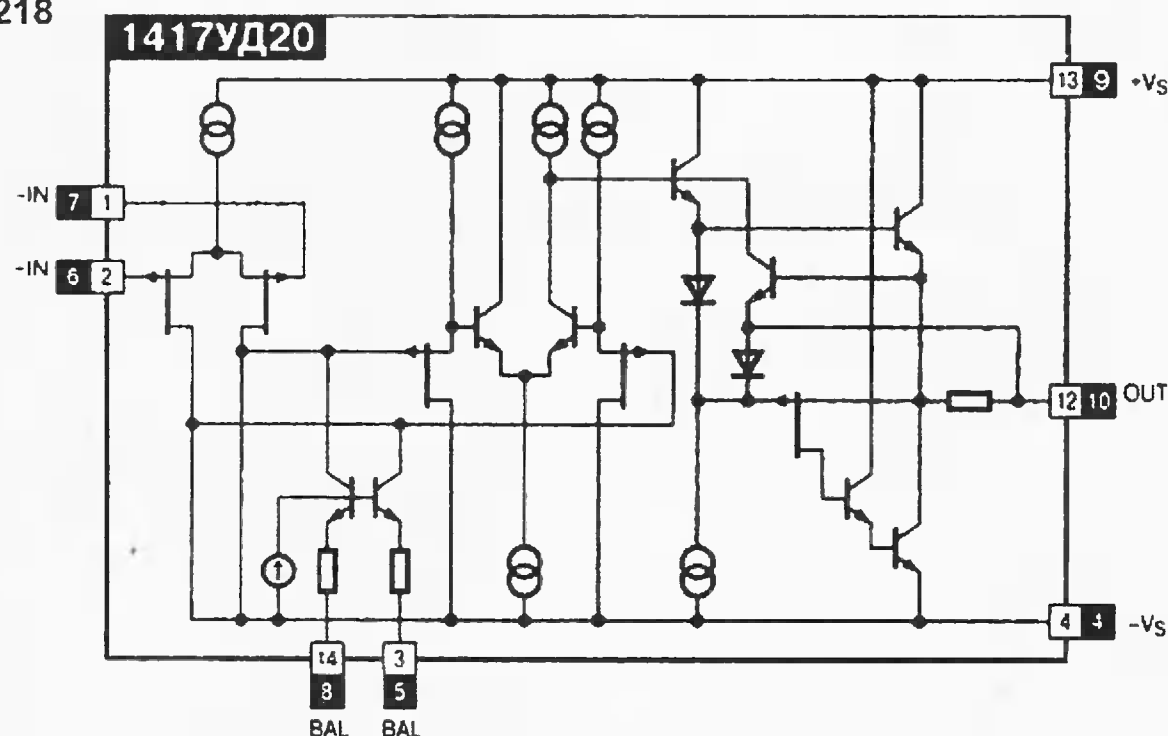


Рис. 217



Примечание: $f_b < 0,2f_m$ ($f_m = 1 \text{ кГц}$ — частота модуляции)

Рис. 218



сатором, подключаемым к выводу 8. Мультивибратор может работать от синусоидального напряжения частотой 1...10 кГц и амплитудой 6...7 В. Выпускаются в круглом металлоглазном корпусе типа 3101.8-1 (рис.186).

Структура ОУ приведена на рис.216, основные параметры — в табл.25. Цоколевка и схема включения показаны на рис.217.

M1417UD20. 2-канальные операционные усилители с согласованной парой полевых транзисторов на входе, малыми входными токами и внутренней частотной коррекцией. Выпускаются в прямоугольном пластмассовом корпусе типа 201.14-1 (DIP-14, рис.157, №3/10, С.40).

Структура ОУ приведена на рис.218, основные параметры — в

Рис. 219

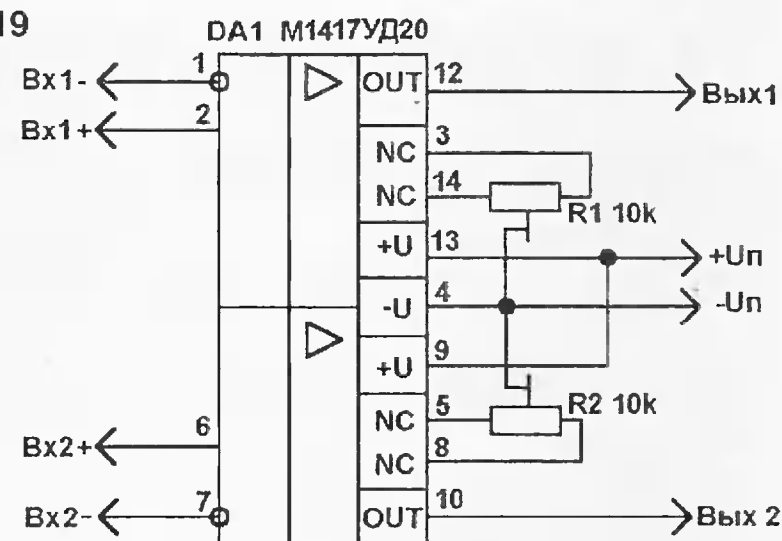


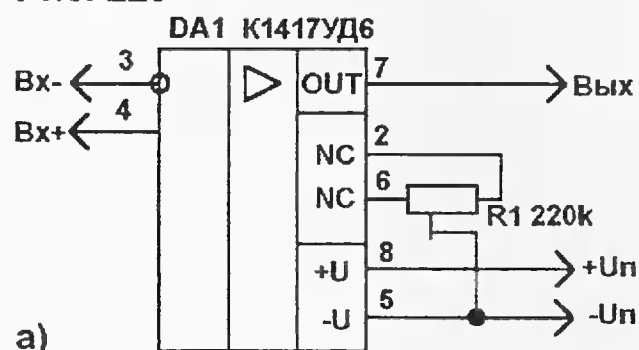
табл.25. Цоколевка и схема включения показаны на рис.219.

1417UD29 (1417UD2901, 1417UD294).

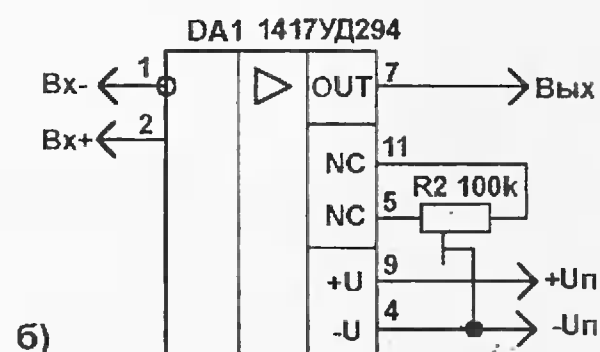
Операционные усилители с согласованной парой полевых транзисторов на входе, малыми входными токами и внутренней частотной коррекцией. Выпускаются в круглом металлоглазном корпусе типа 301.8-2 (рис.186) — **1417UD29, 1417UD2901** и в миниатюрном планарном металлокерамическом корпусе 401.14-5 (FP-14, рис.206, №6/10, С.44) — **1417UD294.**

Структура ОУ аналогична 1417UD6 (рис.214), основные параметры приведены в табл.25. Цоколевка и схема включения показаны на рис.220а — **1417UD29, 1417UD2901** и рис.220б — **1417UD294.**

Рис. 220



а)



б)

(Продолжение следует)

Химические источники тока

(Продолжение.)

Начало в №№7-11/09, 1-6/10)

Технические характеристики NiMH-аккумуляторов стандартных, бытовых серий и серии 9V производства компании Coslight (Coslight Technology International Group Limited) приведены в табл.49-51 со-

ответственно. В табл.52 представлены параметры аккумуляторов Panasonic, а в табл.53 данные на NiMH-аккумуляторы Sanyo.

Источники информации

24. <http://www.coslight.ru>

25. <http://www.powerbank.ru>

26. <http://element-batteries.ru>

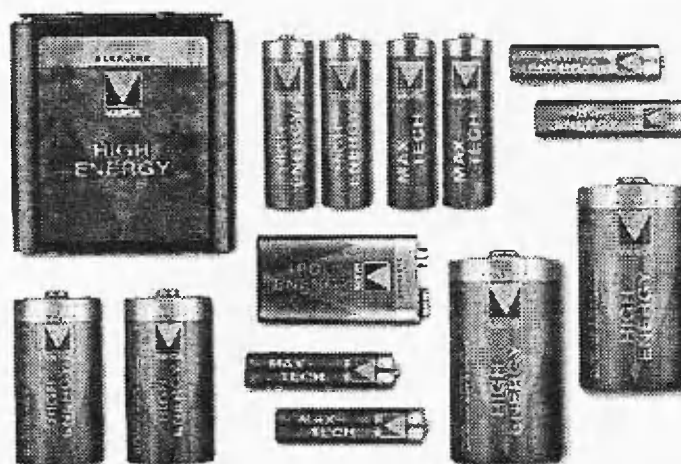


Табл.49. NiMH аккумуляторы стандартной серии

Модель	Типо-размер	Номиналь-ное напря-жение, В	Номиналь-ная емкость, мА·ч	Зарядный ток, мА		Габариты, мм		Масса, г
				Стандартная зарядка (16 ч)	Быстрая зарядка (1,2 ч)	Диаметр	Высота	
LH030-A40L	4/5AAAA	1,2	300	30	300	8,7	40,0	7
LH045-A52L	AAAA		450	45	450		52,0	10
LH012-A14L	1/3AAA		120	12	120	10,5	14	3
LH017-A14L			170	17	170			3,5
LH030-A29L	2/3AAA		300	30	300		29,0	7
LH035-A29L			350	35	350			
LH045-A36L	SAAA		450	45	450		36,0	9
LH050-A38L	4/5AAA		500	50	500		38,0	10
LH055-A43L	AAA		550	55	550		43,5	12
LH060-A43L			600	60	600			
LH065-A43L			650	65	650			
LH070-A43L			700	70	700			
LH075-A43L			750	70	750			
LH080-A43L			800	80	800			
LH090-A43C			850	90	900			
LH080-A50L	LAAA		800	80	800		50,0	14
LH075-A29L	2/3AA		750	75	750	14,5	29,0	14
LH060-A49L	AA		600	60	600		49,0	16
LH065-A49L			650	65	650			17
LH070-A49L			700	70	700			17
LH080-A49L			800	80	800			18
LH110-A49L			1100	110	1100			21
LH120-A49L			1200	120	1200			24
LH130-A49L			1300	130	1300			
LH140-A49L			1400	140	1400			25
LH150-A49L			1500	150	1500			
LH160-A49L			1600	160	800*			
LH180-A49L			1800	180	900*			26
LH190-A49L			1900	190	950*			27
LH200-A49L			2000	200	1000*			28
LH210-A51C				2000	210		1050*	50,5
LH160-C43L	SC		1600	160	900*	23,0	43,0	40
LH300-C43B			3000	300	1500*			56
LH400-C49B	C		4000	400	2000*	26,0	49,0	86
LH450-C49B			4500	450	2250*			90
LH700-D60B	D		7000	700	3500*	33,0	60,0	155
LH800-D60B			8000	800	4000*			160
LH900-D60B			8700	900	4500*			
LH1000-66B			10000	1000	5000*		66,0	178

Табл.50. NiMH аккумуляторы бытовой серии

Модель	Типо-размер	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мА·ч	Зарядный ток, мА		Габариты, мм		Масса, г
				Стандартная зарядка (16 ч)	Быстрая зарядка (1,2 ч)	Диаметр	Высота	
LH035-3AH45L	АААН	1,2	350	35	350	10,5	44,5	7
LH055-3AH45L			550	55	550			12
LH060-3AH45L			600	60	600			
LH065-3AH45L			650	65	650			
LH070-3AH45L			700	70	700			
LH075-3AH45L			750	75	750			
LH085-3AH45C			800	80	800			
LH090-3AH45C			850	85	850			
LH100-3AH45C			930	93	930			14
LH060-2AH51L			600	60	600	14,5	50,5	16
LH065-2AH51L			650	65	650			17
LH080-2AH51L			800	80	800			18
LH110-2AH51L			1100	110	1100			22
LH120-2AH51L			1200	120	1200			24
LH130-2AH51L			1300	130	1300			25
LH140-2AH51L			1400	140	1400			
LH150-2AH51L			1500	150	1500			26
LH160-2AH51L			1600	160	1600			
LH180-2AH51L			1800	180	900*			27
LH190-2AH51L			1900	190	950*			30
LH210-2AH51C			2000	200	1050*			
LH230-2AH51C			2150	210	1075*			
LH250-2AH51C			2300	230	1150*			31
LH260-2AH51C			2400	240	1200*			
LH270-2AH51C			2500	250	1250*			32
LH180-CH50	CH	1800	180	900*	26,0	60,5	55	
LH250-CH50		2500	250	1250*			78	
LH300-CH50		3000	300	1500*				
LH350-CH50		3500	350	1750*			85	
LH400-CH50		4000	400	2000*			86	
LH450-CH50		4500	450	2250*			90	
LH250-DH61	DH	2500	250	1250*			91	
LH300-DH61		3000	300	1500*				95
LH400-DH61		4000	400	2000*				100
LH500-DH61		5000	500	2500*				108
LH800-DH61		8000	800	4000*				155
LH850-DH61		8500	850	4250*				
LH900-DH61		8700	900	4500*				160
LH1000-DH61B		9350	1000	5000*				166

Примечание: * — быстрая зарядка в течение 2,4 час.

Табл.51. NiMH аккумуляторы серии 9V

Модель	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мА·ч	Зарядный ток, мА		Габариты, мм			Масса, г
			Стандартная зарядка (16 ч)	Быстрая зарядка (1,2 ч)	Длина	Ширина	Толщина	
LH012-H7C	8,4	120	12	120	48,5	26,5	15,7	40
LH017-H7C		170	17	170	48,5	26,5	15,7	
LH020-H7C		200	20	200	48,5	26,5	15,7	
LH025-H7C		250	25	250	48,5	26,5	15,7	

Табл.52. NiMH аккумуляторы Panasonic

Тип	Размер	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мА·ч	Стандартный заряд		Габариты, мм		Вес, г
				Ток, мА	Время, ч	Диаметр	Высота	
HHR60AAAH	AAA	1,2	500	250	2,4	10,5	44,5	12
HHR70AAAJ	AAA		720	650	1,2	10,5	44,5	13
HHR75AAA/B			700	450	1,7	10,5	44,5	12
HHR120AA	4/5 AA		1150	1200	1,2	14,5	43,0	23
HHR150AA	AA		1500	1500	1,2	14,5	50,0	26
HHR210AA/B	AA		2000	1200	2	14,5	50,5	29
HHR200A	4/5 A		2000	2000	1,2	17,0	43,0	32
HHR210A	A		2100	2100	1,2	17,0	50,0	38
HHR210AH	A		1900	-	-	17,0	50,0	38
HHR370AH	18670 (L-fat-A)		3500	-	-	18,2	67,0	60
HHR330APH	18670 (L-fat-A)		3200	1650	2,4	18,2	67,0	60
HHR380A	L-A		3700	2000	2,3	17,0	67,0	53
HHR450A	18670 (L-fat-A)		4200	2000	2,7	18,2	67,0	60
HHR200SCP	4/5 SC		1900	2000	1,2	23,0	34,0	42
HHR250SCH	SC		2500	1250	2,4	23,0	43,0	55
HHR260SCP	SC		2600	2450	1,2	23,0	43,0	55
HHR300SCP	SC		2800	3000	1,2	23,0	43,0	55
HHR300CH	C		3300	3100	2,4	25,8	50,0	80
HHR650D	D		6500	6500	1,2	33,0	60,8	170
HHR900D	D		8250	4500	2,4	33,0	60,8	165

Табл.53. NiMH аккумуляторы Sanyo

Тип	Размер	Номинальное напряжение, В	Емкость, мА·ч	Габаритные размеры, мм				Масса, г
				Диаметр	Высота	Ширина	Толщина	
Sanyo HR-4UC	AAA	1,2	650	10,5	44,5	-	-	13
Sanyo HR-AAAU			730		-	-		
Sanyo HR-4U-800			800		44	-	-	
Sanyo HR-4U-900			900	10,0	44,5	-	-	13,9
Sanyo HR-5/4AAAU	5/4 AAA		850	10,5	50,0	-	-	15
Sanyo HR-4/5AAUC	4/5 AA		1100	14,5	43	-	-	23
Sanyo HR-4/5AAU			1350			-	-	24
Sanyo HR-AAC	AA		1100	14,2	50	-	-	27
Sanyo HR-AA 1000			1100			-	-	
Sanyo HR-AAUL			1450		50	-	-	28
Sanyo HR-AAU			1650			-	-	
Sanyo HR-3U-1700			1700			-	-	
Sanyo HR-3UHS			1700	14,3	50,4	-	-	27
Sanyo HR-3U-2100			2100			-	-	29
Sanyo HR-3UR			2200			-	-	30
Sanyo HR-3URS			2300			-	-	
Sanyo HR-3U-2300			2300	-	-			
Sanyo HR-3U-2500			2500	-	-			
Sanyo HR-43AAUP	4/3 AA		2000	14,2	67	-	-	36
Sanyo HR-43FAUHP			2700	18,1		-	-	58
Sanyo HR-4/5AUC	4/5 AUC		1700	17,0	43	-	-	35
Sanyo HR-4/5FAUP	4/5 FA		1950	19,1	43,2	-	-	39
Sanyo HR-4/5AU	4/5 A		2150	17,0	43,0	-	-	35
Sanyo HR-AUC	A		2100		50,0	-	-	40
Sanyo HR-AU-2450			2700			-	-	
Sanyo HR-45FAUPT	4/3 FA		1650	18,1	43,2	-	-	38
Sanyo HR-43FAUP-3200			3200		67	-	-	60
Sanyo HR-43FAUP-3600			3600			-	-	58
Sanyo HR-4/3FAUC			4/3 A	3700	18,0	67,5	-	-
Sanyo HR-4/3AU	4000			17,0	-		-	55

Продолжение табл. 53

Тип	Размер	Номинальное напряжение, В	Емкость, мА·ч	Габаритные размеры, мм				Масса, г
				Диаметр	Высота	Ширина	Толщина	
Sanyo HR-4/3FAU-4000	4/3 FAU	1,2	4000	18,0	67,5	-	-	62
Sanyo HR-4/3FAU-4500			4500			-	-	
Sanyo HR-4/5SCU	4/5 SC		2100	23,0	33,5	-	-	47
Sanyo HR-SCC	SC		2100		43	-	-	59
Sanyo HR-SC			2600		43,5	-	-	62
Sanyo HR-SCU			3000			-	-	59
Sanyo HR-54SCUT			3000	22,9	49	-	-	69
Sanyo RC-3300HV			23,0	3300	43,5	-	-	60
Sanyo RC-3600HV				3600	43	-	-	63
Sanyo HR-D	D		7300	34,0	60	-	-	175
Sanyo HR-DU			9000		59,3	-	-	178
Sanyo HF-A1U	A1		1350	-	67,0	17,0	6,2	26
Sanyo HF-A1U/Audio			1350	-				26
Sanyo HF-B1U	B1		860	-	48			18
Sanyo HF-C1U-650	C1		650	-	35,5			13
Sanyo HF-C1U-700			700	35,5	17,0	-	14	
Sanyo HF-C2U	C2		900	-	35,5	17,0	8,4	18
Sanyo HF-D4U	D4		640	-	34,0	16,0	6,6	13
Sanyo HF-E5U	E5		900	-	48,2	14,5	7,4	18

(Продолжение следует)

Сверхъяркие светодиоды

С момента своего появления светодиоды проделали длинный путь технологического развития. В последние годы разработаны "светодиоды высокой яркости" (HB LEDs) различных цветов, в которые теперь включен и белый. Это открыло для светодиодов много новых применений в качестве источников света со своей собственной нишей рынка. Для названия таких светодиодов используют термины-синонимы: "суперъяркие светодиоды", "сверхъяркие светодиоды", "ультраяркие светодиоды".

Способ идентифицировать светодиоды высокой яркости, в общем-то, очень прост и интуитивен: светодиоды светят настолько ярко, что наблюдатель не может непосредственно смотреть на них без раздражения глаз. Простейший 5-милли-

метровый светодиод высокой яркости (рис.1) обеспечивает интенсивность света, по крайней мере, несколько сотен милликандел.

Области применения сверхъярких светодиодов (рис.2) могут быть условно разделены на две широкие

категории: использование прямого света и освещение. Прямой светодиодный свет применяется для передачи информации, например, в алфавитно-цифровых табло и полноцветных видеодисплеях (рис.3), где светодиоды непосредственно

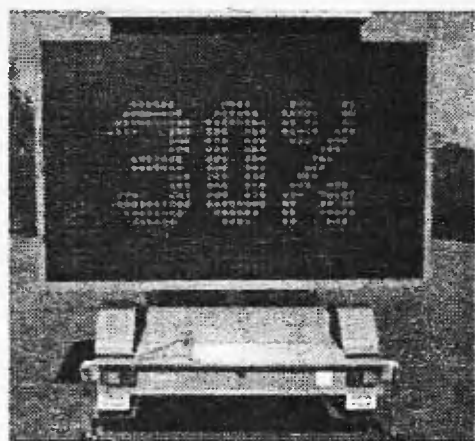
Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

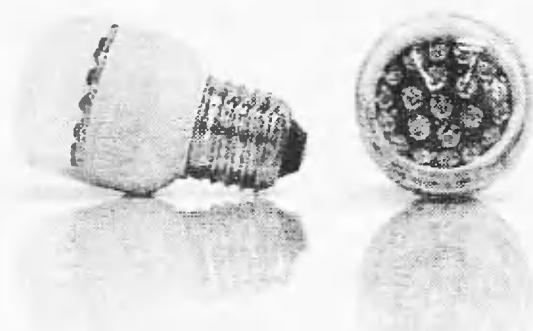


формируют пиксели. В сигнальных устройствах также используется прямой свет. Как пример, дорожные сигналы (светофоры и знаки, стоп-сигналы, индикаторы поворота транспортных средств и т.п.). Светодиоды для освещения применяются там, где требуется осветить поверхность, пространство или объект (фонарики, интерьерная подсветка, освещение фасадов зданий и пр.).

В мобильных приборах (сотовых телефонах и коммуникаторах) сверхъяркие светодиоды применяются как лампы подсветки для дисплеев на жидких кристаллах. Монохромные светодиоды — для одноцветных дисплеев, белые — для подсветки полноцветных.

Поскольку характеристики светодиодов продолжают улучшаться, а стоимость неуклонно сокращаться, на подходе новые применения, особенно для белых светодиодов, которые готовы заменить существующие технологии освещения, т.е. обычные лампы накаливания (рис.4) и неоновые. Показав свою

Рис. 4



эффективность в электронных информационных табло в качестве альтернативы "неону", новые сверхъяркие светодиоды широко

применяются во всех видах световой рекламы: объемных буквах, световых коробах, световых рекламных вывесках, ультратонких лайтбоксах. Преимуществами сверхъярких светодиодов служат небольшие размеры, низкое питающее напряжение и энергопотребление, высокая надежность (срок службы до 100000 часов), простота установки.

На улицах городов и автомагистралях сверхъяркие светодиоды нашли свое постоянное место. Начав свое распространение со светофоров, светодиоды устанавливаются во все большем числе дорожных сигнальных устройств и уличных указателей, поскольку освещенные уличные указатели — очень значимое усовершенствование дорожной инфраструктуры.

Светотехнические характеристики. Обычно в справочных данных указывается осевая сила света J_0 светодиода в милликанделах (мкд) для заданного значения прямого тока $I_{пр}$. Для современных сверхъярких светодиодов значение J_0 колеблется в пределах 800...8000 мкд (здесь речь идет о стандартных 5-миллиметровых светодиодах, для приборов большего размера прямой ток может измеряться сотнями миллиампер и даже амперами, а сила света — десятками кандел).

Характер светораспределения диода определяется углом излучения. Естественно, чем меньше угол излучения, тем больше осевая сила света при том же световом потоке. Обычно указываются также цвет свечения и длина волны излучения.

Цветовая температура (T_A) весьма актуальна для белых светодиодов, применяемых в целях освещения. Но лучших результатов можно добиться, "синтезируя" белый цвет путем смешения нескольких цветов. При этом белые светодиоды могут использоваться совместно с "цветными".

Электрические характеристики. Электрические характеристики светодиодов очень важны по двум причинам. Во-первых, светодиод должен работать в соответствующем режиме, чтобы полностью реализовать свой ресурс; во-вторых, яркостью светодиодов можно легко управлять, а если применять смешение цветов, таким же легким становится управление цветом прибора, в состав которого входят светодиоды разных цветов.

Полную информацию о поведении светодиода дает его вольт-амперная характеристика (ВАХ), повторяющая по форме ВАХ обычного кремниевого диода. В случае обратного включения светодиода через него протекает очень малый ток утечки $I_{обр}$, светодиод при этом не излучает света. Обратное напряжение, приложенное к светодиоду, не должно превышать предельно допустимое обратное напряжение $U_{обр}$, иначе возможен пробой p-n-перехода. Рабочий режим светодиода отражает правая, круто уходящая вверх часть ВАХ. Очень важно, чтобы ток, протекающий через светодиод, не превышал предельно допустимый прямой ток $I_{пр}$, в противном случае светодиод выйдет из строя. Ток $I_{пр}$ соответствует прямое напряжение $U_{пр}$.

Светодиоды допускается "запитывать" в импульсном режиме, при этом импульсный ток обычно заметно больше, чем постоянный. Для управления яркостью светодиодов (и цветом, в случае смешения цветов) часто используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) — метод, широко распространенный в современной электронике. Это позволяет создавать контроллеры с возможностью плавного изменения яркости (диммеры) и цвета (колорчейнджеры).

Кстати, стоит помнить, что сверхъяркие светодиоды не сразу начинают светить в полную силу. Необходимо некоторое время пос-

Табл. 1

Тип	Материал кристалла	Прямое напряжение, В		Цвет свечения	Длина волны, нм	Сила света (при $I_{np} = 20$ мА), мкд	Угол обзора, град.
		Ном.	Макс.				
L-53SEC-E	InGaAlP	2,2	2,8	Красный	621	5000	30
L-7113SEC-E	InGaAlP	2,2	2,8	Красный	621	5000	20
L-7524SEC-H	InGaAlP	2,2	2,8	Красный	630	7500	18
L-7113SEC-H	InGaAlP	2,2	2,8	Красный	630	10000	20
L-53SEC-H	InGaAlP	2,2	2,8	Красный	630	10000	30
L-53SYC-H	InGaAlP	2,3	2,8	Желтый	589	2100	30
L-7524SYC-H	InGaAlP	2,3	2,8	Желтый	589	2800	18
L-7524VGC-H	InGaN	3,7	4,1	Зеленый	525	13000	18
L-53VGC-E	InGaN	4,0	4,5	Зеленый	525	4500	30
L-7524PBC-H	InGaN	3,7	4,3	Синий	470	3300	18
L-53PBC-E	InGaN	3,7	4,1	Синий	470	1400	30
L-7114PWC	InGaN	3,6	4,2	Белый	-	1200	20
L-7524PWC-H	InGaN	3,7	4,3	Белый	-	7500	18

Табл. 2

Тип светодиода	Материал кристалла	Прямое напряжение, В		Цвет свечения	Длина волны, нм	Сила света (при $I_{np} = 20$ мА), мкд	Угол обзора, град.
		Ном.	Макс.				
LUR3333/S46	GaAlAs	1,5	2,4	Темно-красный	660	1800	30
LUR3333	GaAlAs	1,5	2,4	Темно-красный	660	2200	20
LUR13233	GaAlAs	1,5	2,4	Темно-красный	660	2400	18
LUR3833	GaAlAs	1,5	2,4	Темно-красный	660	2700	12
LURF3333	AlGaInP	1,5	2,4	Красный	630	2700	20
LUR3333H	AlGaInP/GaP	1,7	2,8	Красный	629	6200	17
LUE3333	AlGaInP	1,7	2,8	Красный	620	3400	20
LUY3333/H0	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	1800	38
LUY13233	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	2400	18
LUY3333/S46	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	2200	30
LHY3333	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	2200	20
LUY3333	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	2700	20
LUY3833	AlGaInP	1,7	2,8	Желтый	595	5000	12
LUY3333H	AlGaInP/GaP	1,7	2,8	Желтый	590	6200	17
LUG3833	AlGaInP	1,7	2,8	Светло-зеленый	574	1100	12
LSGL3333	InGaN/SiC	3,0	4,0	Голубой	502	4000	15
LDGM3333	InGaN	3,0	4,0	Зеленый	523	4000	13
LDGL3333	InGaN/SiC	3,0	4,0	Голубой	505	5000	13
LSBK3833	InGaN/SiC	3,5	4,2	Синий	470	1100	12
LDBK23533	GaInN/GaN	3,5	4,2	Синий	470	1100	19/54
LDBK3333	InGaN/GaN	3,5	4,0	Синий	470	2500	13
LWK3333-30	InGaN/GaN	3,5	4,0	Белый	-	1500	30
LWK3333	InGaN/GaN	3,5	4,0	Белый	-	3000	16
LWK3833	InGaN/GaN	3,5	4,0	Белый	-	4000	12

ле начала эксплуатации, прежде чем они выйдут на максимальную эффективность. С другой стороны, заявленный срок службы сверхмощного светодиода — это чаще всего не тот срок, за который он полностью выйдет из строя, а время, в течение которого световой поток снижается на 30% от начальной величины.

Производители светодиодов

Рынок светодиодов всеми "китами" светотехнической индустрии расценивается как исключительно важный. Количество заключенных стратегических альянсов, явно рекордное в последние годы, косвенно свидетельствует о серьезном движении капиталов "за сценой". Рассмотрим изделия крупных производителей.

Основные характеристики сверхъярких светодиодов в прозрачных бесцветных корпусах диаметром 5 мм компании **Kingbright Electronic Co LTD** приведены в табл.1, в табл.2 — параметры приборов в аналогичных корпусах компании **LIGITEK Electronics Co LTD**.

(Продолжение следует)

КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

Для публикации бесплатных объявлений некоммерческого характера о покупке и продаже радиодеталей, бытовой и радиолюбительской аппаратуры, их текст можно присылать в письме по адресу: 220095, г. Минск-95, а/я 199, передавать по телефону в Минске (017) 223-01-10 или через E-mail: rm@radio-mir.com WWW: <http://radio-mir.com>



Куплю или закажу изготовить передающую приставку к приемнику Р-250М2.
456323, Челябинская обл., г. Миасс, п. Каменный, 1. В.И. Резнипов.
Тел. 8-9226327590.

Продам оптом 3 шт. 40-канальных б/у радиостанции "Виола-А" (172 МГц, с ПДУ, зап. платами и ТО, самовывоз или предоплата), а также б/у радиостанции "Лен", настроенные на заказанную пользователем любую частоту в диапазоне 25 — 58 МГц.
Тел. 8-(395-2)-39-18-00, 89-500-500-250.

Продам или обменяю SONY ICF PRO 70 в хорошем состоянии, есть антенна, паспорт на англ. языке. Качество приема и схемотехники отличные, звук мягкий, чистый. На обмен интересуется AOR серии 8000 — 8600, можно ICOM в хорошем состоянии.

Куплю радиостанцию ЛЕН-Б или В на частоту 42,450 МГц.
E-mail: evgenij_sar@mail.ru

Куплю электрическую схему или полный комплект документации на блок питания Б5-10 не старше 1977 г.
Тел. (3854) 47-47-27 (г. Бийск), 8-9069446697 (моб.).

Продам приборы С4-27, Х1-47, С1-65А, Г4-154, В6-10, Г5-75.
Тел. 8-917-550-77-45. Андрей Владимирович.

Куплю Р-321, Р-327, блок стабилизации "Калины", тех. описания Р-318, Р-376, Р-313, "Гранит", Р-712, Р-376М, Р-128.

Продам 2П904А, КПЕ, КД203Г, Р-676ПС, Р-154-2М, 28Р750, Р-310М, "Гранит", Р-010, ВС-342, "Гребешок", Р-673, разъемы УМ Р-140, YAESU FT-51R, блок №6 для Р-313М.

Тел. (Тульская обл.) 8-9101648898 (с 09 до 21 МСК).
E-mail: ru3px@mail.ru

Продам ВЧ генератор Г4-116 (от 4 до 300 МГц, АМ, ЧМ, импульсный и ТВ сигналы), "характериограф" Х1-7Б, осциллограф С1-117, двухдиапазонную (144 и 430 МГц) портативную радиостанцию Alinco-580S.

Тел. (8-391-39) 3-31-27. Владимир.

Продам оригинальную документацию на: генераторы Г3-112, Г3-117; осциллографы С1-55, С1-65А, С1-102, С1-103, С1-107, С1-114, С1-114/1, С8-17; радиостанцию "Лен"; прибор связиста

ПЗ21; вольтметры РВ7-22А, В7-36, В7-41, В7-47; источники питания Б5-49, Б5-50, Б5-71; журналы "Радио", "Схемотехника", "Радиоаматор", "Радиолюбитель", "Радиоконструктор", "Техника кино и телевидения", "Ремонт и сервис", "Ремонт электронной техники", а также радиотехническую литературу, книги по ремонту аппаратуры, учебники и справочники.

455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, а/я 247.00.

Тел. 8 (3519) 45-19-50, 8-922-739-02-34. Евгений.

E-mail: vmkss@land.ru

E-mail: sarhon2@rambler.ru

Куплю трансивер с цифровой шкалой (10 — 160 м, включая WARC-диапазоны).
E-mail: walik03@mail.ru

Продам ламповые приемники, радиолы марки "Рекорд" (модели 53, 65, 68-2, 314), радиолы "Латвия РН-59" и "Кантата-204", магнитола "Вайва", магниторадиолу "Романтика-М". Аппаратура — в разной степени работоспособности, комплектности, состояния корпусов, шкал и наличия документов.

Тел. +79183334840

E-mail: radioman1@yandex.ru

Продам кольца AMIDON T50-2, T50-6, T50-10, T80-2, T80-6, T80-10, T94-6, T94-10, FT37-43, BN43-202, BN61-302; ключи ADG774, AD8180, AD8182, ISL43231, PS7200R, PVY116, FST3125; смесители LAVI-2VH, ADE-1HW, TUF-1HSM; буферные усилители BUF601, MAX4200, MAX4203, LME49600; кварцевые фильтры ФП2П4-410 на частоту 8827 кГц (с кварцевыми резонаторами), ВЧ трансформаторы фирмы MINI-CIRCUITS T5-1T, T1-1, T1-6T, T4-6T; аттенюаторы LAT-3, AT65-0263, NVA-2000; инструментальные усилители INA-217, INA-163; малошумящие операционные усилители AD797, ADA4004-2; индуктивности (для НЧ фильтров) 22, 44 и 88 мГн; полевые транзисторы BF988, BF998, J310; микросхемы TDA7056A, TDA2003; стабилизаторы LM2940-12, LM2940-5, LM2990-12, LM2990-5; MIC5209-5, OYS, MIC5209YU; танталовые конденсаторы 33 и 10 мкФ фирмы AVX (с низким ESR); высококачественные полистироловые конденсаторы 15 — 1500 пФ; ВЧ реле IM06GR; цифровые микросхемы серий AC и HC.

Тел. 8-8482-71-17-59. Юрий.

E-mail: trek46@mail.ru

Куплю техническое описание и инструкцию по эксплуатации к трансиверу FT901CD, микрофонную и телефонную гарнитуры, принципиальную схему и описание переделки питания этого трансивера со 100 на 220 В (50 Гц); подъемную лебедку для станка антенной мачты Р-404.

Тел. (в г. Белгороде) 8-920-200-71-19. Анатолий.

Куплю ламповый трансивер с выходной мощностью 100 Вт на диапазоны 80 и 20 м (принципиальная схема требуется обязательно), желательно в заводском исполнении; радиоприемник Р-326М2 в хорошем состоянии, работающий, желательно с документами; генераторные лампы (желательно с панельками к ним) ГУ-84Б, ГУ-74Б и ГМИ-11.

457381, Челябинская обл., Карталинский р-н, пос. Озерный, ул. Новостроющая, 8. П.М. Мезенову.

Тел. 8-922-699-25-57.

Радиомир. Лучшие конструкции. Выпуск 2.



Книга представляет собой сборник статей, опубликованных в разные годы в журнале "Радиомир. КВ и УКВ" и заново отредактированных для данного издания.

В выпуске приведены схемы и описания устройств, используемые радиолюбителями для проведения радиосвязей в диапазонах коротких и ультракоротких волн.

По поводу приобретения книг можно обращаться в редакцию по E-mail: rm@radio-mir.com, а также во все организации, имеющие журнал "Радиомир" в розничной продаже. Информация о них приведена на стр. 48.

При приобретении книги через редакцию ее стоимость составляет:

- для жителей России — 65 рос. рублей;
- для жителей Беларуси — 4900 бел. рублей;

Правила приобретения — аналогично адресной подписке на журналы через редакцию.

Радиомир. Лучшие конструкции. Выпуск 1.



Книга представляет собой сборник статей, опубликованных в разные годы в журнале "Радиомир" и заново отредактированных для данного издания.

В выпуске приведены схемы и описания устройств, используемые радиолюбителями в различных областях.

По поводу приобретения книг можно обращаться в редакцию по E-mail: rm@radio-mir.com, а также во все организации, имеющие журнал "Радиомир" в розничной продаже. Информация о них приведена на стр. 48.

При приобретении книги через редакцию ее стоимость составляет:

- для жителей России — 50 рос. рублей;
- для жителей Беларуси — 3900 бел. рублей;

Правила приобретения — аналогично адресной подписке на журналы через редакцию.

Приобретение отдельных номеров журналов

В РОССИИ:

В ООО "Альянс-Книга КТК": 115533, г.Москва, ул.Нагатинская, д.6, эт.1, оф.VII (ст. метро "Нагатинская"), тел. (495) 258-91-94, 258-91-95, 258-91-96. E-mail: abook@mail.ru, abook@inbox.ru
На радиорынках: "Царицыно" (место 13/А), "Митино" (ряд 1, контейнер 17 и место Т-8).

В ООО "Экспотрэйд":

(495) 660-13-87 (доб.162),
(495) 660-13-88 (доб.162).
E-mail: lili_55@rambler.ru

В магазинах радиодеталей "ЧИП и ДИП" (единая справочная — тел. (495) 780-95-09):

- г.Москва, ул.Беговая, д.2;
- г.Москва, ул.2-я Владимирская, д.60/37;
- г.Москва, ул.Гилыровского, д.39;
- г.Москва, ТЦ "Электроника на Пресне", в-18;
- г.Москва, ТК "Митинский радиорынок";
- г.Санкт-Петербург, ул.Восстания, д.8А;
- г.Санкт-Петербург, Кронверкский пр. д.73.

На УКРАИНЕ:

В Киеве в фирме "Торм", тел. (044) 426-49-61, 426-49-62.

В КАЗАХСТАНЕ:

В фирме ТОО СП "Аргументы и факты. Казахстан": тел. в Алма-Ате (3272) 50-22-60, 50-21-64.

В БЕЛАРУСИ:

В Минске в магазинах "Книга XXI век", пр.Независимости, д.92, тел. (017) 267-27-97 (ст.метро "Московская") и "Глобус", ул.Володарского, д.16, тел. (017) 227-30-67 (ст.метро "Площадь Независимости").

Выберите себе вариант подписки на 2010 год!

Подписка через почтовые отделения

Радиомир

- для жителей России и стран СНГ (кроме Беларуси): 48996 — подписка по каталогу Агентства "Роспечать" (72370 — годовая), 24169 — подписка по каталогу Управления Федеральной почтовой связи "Почта России", электронный адрес подписки в INTERNET — www.presscave.ru;

- для жителей Беларуси: 00137 (001372 — для организаций) — подписка по каталогу РО "Белпочта" "Газеты и журналы Республики Беларусь" и через киоски Мингорсоюзпечати.

Радиомир. КВ и УКВ

- для жителей России и стран СНГ (кроме Беларуси): 48924 — подписка по каталогу Агентства "Роспечать" (71545 — годовая), 10796 — подписка по каталогу Управления Федеральной почтовой связи "Почта России";

- для жителей Беларуси: 48924 (489242 — для организаций) — подписка по каталогу РО "Белпочта" "Издания Российской Федерации".

Кроме того, предприятия регионов России, а также ближнего и дальнего зарубежья могут оформить подписку на журналы "Радиомир", "Радиомир. КВ и УКВ" через ООО "Корпоративная Почта" по телефонам: (495) 953-92-62, 953-92-02, 953-93-20.

Внимание! Адресная подписка через редакцию

Подписаться на имеющиеся в наличии отдельные номера журналов, а также на любой период, начиная со следующего после оплаты месяца, можно через редакцию. Для этого нужно оплатить необходимую сумму через Сбербанк или оформить почтовый перевод на наш расчетный счет. Текущие цены приведены в таблице. В цену включена доставка журналов в отдельном конверте по адресу подписчика. Адрес подписчика, т.е. почтовый индекс, полный адрес, фамилию, имя и отчество, а также точное перечисление, какие конкретно номера какого из журналов Вы заказываете, необходимо указать в графе "Назначение платежа" при оплате через Сбербанк или в графе "Для письма" при оплате почтовым переводом. При оформлении почтового перевода в графе Куда пишется адрес банка, а в графе Кому — все данные расчетного счета Получателя. Наложным платежом журналы не высылаются.

Можно заказать следующие номера журналов (указана стоимость 1 номера с учетом пересылки)

Год	Радиомир	в Россию (рос. руб.)	в Беларусь (бел. руб.)	в другие страны СНГ (рос. руб.)	Год	Радиомир. КВ и УКВ	в Россию (рос. руб.)	в Беларусь (бел. руб.)	в другие страны СНГ (рос. руб.)
2005	1, 3 — 12	50	3100	90	2005	1 — 3, 6 — 12	52	3200	95
2006	1 — 12	55	3300	100	2006	1, 3 — 5, 7 — 12	56	3700	105
2007	1 — 12	60	3600	100	2007	1 — 12	61	4200	115
2008	1 — 12	62	4500	120	2008	1 — 2, 5 — 12	67	4800	120
2009	1 — 12	65	5500	125	2009	1 — 12	72	5600	125
2010	1 — 12	70	5700	135	2010	1 — 12	75	5900	130

Наши платежные реквизиты

для жителей России и стран СНГ (кроме Беларуси)

Получатель: ООО "НТК Радиомир", ИНН 7729568588, КПП 772901001, р/с 40702810102000001390 в ОАО КБ "Агропромкредит", г.Лыткарино, к/с 30101810500000000710, БИК 044552710. Адрес банка: Доп. офис "Сокол", 125315, РФ, г.Москва, Ленинградский пр-кт, д.76/2, корп. 4;

для жителей Беларуси

Получатель: УП "РЛД", УНН 190218688, р/с 3012524004882 в ЦБУ №524 ОАО "АСБ Беларусбанк", г.Минск, код 795. Адрес банка: 220028, г.Минск, ул.Физкультурная, 31.

Для ускорения процесса получения журналов заказ можно продублировать по E-mail: rm-sales@radio-mir.com.

Вся информация — там же или по тел. в г.Минске (017) 223-01-10.

Журнал "Радиомир"

E-mail: rm@radio-mir.com
WWW: <http://radio-mir.com>

Учредитель в России ООО "НТК Радиомир"
Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-31068 от 8.02.2008 г.

Главный редактор Ольга Стрыжанкова
Адрес редакции:
119454, Россия, г.Москва, ул.Коштыяца, 6-233.
Учредитель в Республике Беларусь ИЧУП "РЛД"

Контактные телефоны:

в Минске (017) 223-01-10
в Москве (916) 302-24-39.

Адрес для писем:

220095, РБ, г.Минск-95, а/я 199.

Требования к графическим материалам рекламного характера в электронном виде: CorelDRAW до 10.0, все шрифты в кривых; bitmaps 300 dpi; TIFF 300 dpi; CMYK. Приложить печатную копию. Материалы для публикации принимаются в рукописном, печатном и электронном вариантах.

За достоверность рекламной и другой публикуемой информации несут ответственность рекламодатели и авторы. Мнение редакции не всегда совпадает с мнениями авторов.

© ИЧУП "РЛД". Воспроизведение материалов журнала в любом виде без письменного разрешения редакции запрещено. При цитировании ссылка на "Радиомир" обязательна.

Отпечатано в типографии ООО "Красногорская типография", г.Красногорск, Коммунальный кв. д.2. Подписано к печати 25.05.2010 г. Формат 60 x 84 1/8. Печать офсетная. 6 печ. л. Цена свободная. Заказ № 1378 тираж 3100 экз.