



### Основные технические данные (кроме М45304-2, М45304-3)

Импульсная выходная мощность (при $U_{\text{ПИТ}} = 24 \text{ В}$ , $I_{\text{ПИТ}} = 125 \text{ мА}$ , $\tau_{\text{ИМП}} = 10 \text{ мкс}$ , $t_{\text{КОР}} = 25 \pm 10^\circ\text{С}$ )	0,6 Вт
Рабочая частота	$1782 \pm 20 \text{ МГц}$
Ток потребления, не менее	3 мА
для М45304-1	2 мА
Пусковой ток (при $U_{\text{ПИТ}} = 24 \text{ В}$ , $t_{\text{КОР}} = 25 \pm 10^\circ\text{С}$ ), не более	15 мА
Ток утечки, (при $U_{\text{ПИТ}} = 27 \text{ В}$ , $t_{\text{КОР}} = 25 \pm 10^\circ\text{С}$ ), не более	5 мА
Напряжение питания	$24,0 \pm 3,0 \text{ В}$

### Общее описание

Модуль СВЧ-автогенератора (См. Рис. 3.) содержит мощный *n-p-n* СВЧ-транзистор, с эмиттером и коллектором которого одним концом соединены четвертьволновые дроссели на МПЛ  $W_1$  и  $W_2$ , другие концы которых соединены соответственно с фиксированными дросселями на МПЛ  $W_3$  и  $W_4$ . Также эмиттер и коллектор СВЧ-транзистора соединены с регулировочными МПЛ-отрезками  $W_э$  и  $W_к$ , последний является выходом автогенератора и соединен с антенной, причем МПЛ обратной связи включена между коллектором и эмиттером СВЧ-транзистора через емкости связи, выбор места включения которых определяет величину обратной связи.

Все элементы включены и расположены на поликоровой плате таким образом, что образуют автогенератор.

Коллектор СВЧ-транзистора через коаксиальный вывод СВЧ-модуля соединяется с антенной, выполненной в виде несимметричного вибратора.

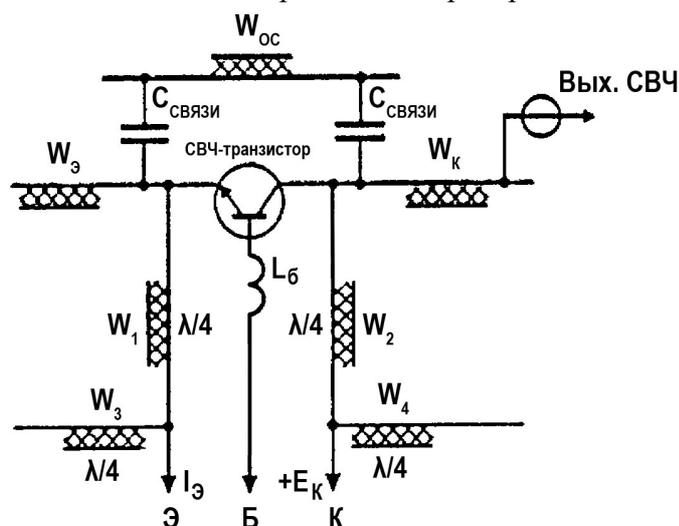


Рис. 3. Электрическая принципиальная схема СВЧ-автогенератора по высокой частоте

$W_1$ и $W_2$	четвертьволновые дроссели на микрополосковых линиях (МПЛ)
$W_3$ и $W_4$	блокировочные реактивности меньше, чем четвертьволновые (также на МПЛ)
$W_э$ и $W_к$	регулируемые МПЛ (частота и мощность)
$W_{ос}$	МПЛ обратной связи
$C_{связи}$	две емкости связи
$L_б$	внутренняя паразитная индуктивность СВЧ-транзистора
Вых. СВЧ	выход автогенератора на антенну

### Примечание

Модуль СВЧ-автогенератора М45302 не содержит конденсаторов связи  $C_{связи}$  и, соответственно МПЛ  $W_{ос}$ . Обратная связь осуществляется за счет паразитной емкости  $S_{кэ}$  СВЧ-транзистора.

### Описание работы (в составе системы АРЗ)

После включения СПП в установившемся режиме через СВЧ-транзистор автогенератора протекает средний коллекторный ток  $I_{Кср}$ , задаваемый блоком стабилизации среднего тока, который вместе с конденсатором  $C_б$  образует цепь автоматического смещения автогенератора. Генератор суперлирующих импульсов, обладающий очень малым выходным сопротивлением (импедансом), вырабатывает прямоугольную импульсную последовательность  $U_C(t)$  с амплитудой  $U_C$ , длительностью  $\tau_C$  и периодом  $T_C$  (См. Рис. 5с).

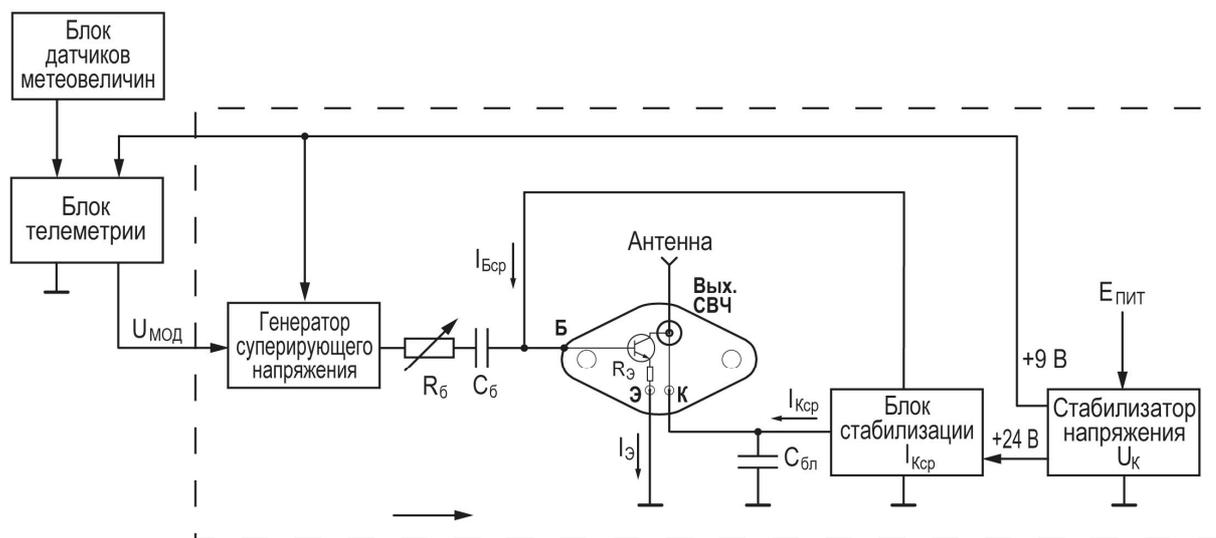


Рис. 4. Структурная электрическая схема АРЗ

Запуск автогенератора происходит при превышении управляющим напряжением база-эмиттер  $U_{бэ}(t)$  СВЧ-транзистора уровня  $E_б$  (уровня отпираия транзистора), (См. Рис. 5г). В момент возникновения автоколебаний через СВЧ-транзистор протекает коллекторный ток  $I_K(t)$ , равный пусковому значению  $I_п$ , причем граничный коллекторный ток самовозбуждения соответствует уровню  $I_{ГР}$  (См. Рис. 5в). Если пусковой ток  $I_п$  превышает величину  $I_{ГР}$  автогенератора, возникают автоколебания, амплитуда, которых возрастает по экспоненциальному закону от уровня флюктуационных шумов  $A_0$  до значения стационарной амплитуды  $A_{СТ}$  (См. Рис. 5б). Вследствие жесткого режима самовозбуждения автогенератора постоянная составляющая коллекторного тока СВЧ-транзистора возрастает синхронно с нарастанием амплитуды автоколебаний  $A(t)$ . Время установления автоколебаний приблизительно определяется временной задержкой  $\tau_3$  переднего фронта радиоимпульса, а длительность радиоимпульсов  $\tau_и = \tau_C - \tau_3$  (См. Рис. 5е и б). Величина  $\tau_3$  определяется уровнем флюктуационного шума  $A_0$  и величиной отрицательного затухания, вносимого СВЧ-транзистором в колебательный контур автогенератора, которая определяется величиной пускового тока  $I_п$  (См. Рис. 5б). При отсутствии сигнала, поступающего через антенну А в автогенератор, величина флюктуационного шума  $A_0$  постоянна и величину  $\tau_и$  можно регулировать уровнем пускового тока. Увеличение пускового тока  $I_п$  приводит к увеличению модуля отрицательного сопротивления контура автогенератора и соответственно к уменьшению времени задержки  $\tau_3$  и наоборот, уменьшение пускового тока  $I_п$  приводит к увеличению  $\tau_3$  и при  $\tau_3 \geq \tau_C$  автоколебания в автогенераторе не возникают: таким образом, регулировкой величины пускового тока можно установить любое требуемое значение  $\tau_3$  и, следовательно,  $\tau_и$  в пределах длительности суперлирующих импульсов  $\tau_C$  (См. Рис. 5в и е). Эффект сверхгенеративного усиления внешнего сигнала  $U_3(t)$  (См. Рис. 5а) заключается в

том, что при его появлении в автогенераторе возрастание амплитуды автоколебаний начинается не с уровня флюктуационных шумов  $A_0$ , а с уровня сигнала  $A_C$  (См. Рис. 5б), что приводит к резкому сокращению времени задержки  $\tau_3$  и как следствие к соответствующему увеличению длительности первого радиоимпульса на величину  $\Delta\tau_3$ , этот радиоимпульс излучается антенной А в ответ на принятый сигнал  $U_3(t)$  (См. Рис. 5б). В дальнейшем приращение  $\Delta\tau_3$  будем называть первичной реакцией сверхрегенеративного приемопередатчика на запросный сигнал. Величина  $\Delta\tau_3$  является полезным эффектом усиления запросного сигнала  $U_3(t)$  и характеризует чувствительность СПП.

Для простоты рассуждений далее предположим, что выходное сопротивление ГСИ равно нулю, а выходы блока стабилизатора напряжения зашунтированы по переменной составляющей тока. Тогда постоянная времени цепи автоматического смещения автогенератора равна произведению емкости конденсатора  $C_{бл}$  на эквивалентное выходное сопротивление блока стабилизации среднего тока коллектора. Величина этой постоянной времени выбирается больше периода следования импульсов ГСИ. В течение длительности радиоимпульса конденсатор С заряжается током базы СВЧ-транзистора, в результате чего формируется запирающее напряжение  $\Delta U$  (См. Рис. 5д). Разряд конденсатора С происходит в интервале демпфирования  $\tau_d$  (См. Рис. 5е) в течение времени задержки  $\tau_3$ . В установившемся режиме напряжение на конденсаторе С имеет постоянную и переменную составляющие  $E_{сб}$  и  $\Delta U$  (См. Рис. 5д) соответственно, поэтому плоская часть импульса управляющего напряжения  $U_{б3}$  имеет нарастающий и падающий участки, а среднее значение импульсного напряжения смещается в запирающем направлении на величину  $E_{сб} = U_c - E_б$  (См. Рис. 5г). Во время первичной реакции  $\Delta\tau_3$  цепь автоматического смещения дополнительно заряжается на величину  $\Delta U_1$ , поэтому при поступлении следующего суперлирующего импульса  $U_C(t)$  управляющее напряжение (на базе СВЧ-транзистора) будет меньше на величину  $\Delta U_1$  (См. Рис. 5д), что приводит к уменьшению пускового тока на величину  $\Delta I_{п}$  (См. Рис. 5в) и, как было отмечено ранее, вызывает увеличение времени задержки  $\tau_3$  очередного радиоимпульса на величину  $\Delta\tau_3$  (См. Рис. 5б). При достаточно большом значении  $\Delta U_1$  и выполнении условия  $\Delta\tau_3 > \tau_{и}$  происходит полное подавление второго ответного радиоимпульса, а ответный сигнал СПП будет восприниматься в виде паузы, хорошо наблюдаемой на экране радиолокатора. Этот процесс называется вторичной реакцией СПП, а его чувствительность определяется уровнями первичной и вторичной реакцией  $\Delta\tau_3'$  и  $\Delta\tau_3''$  соответственно. При заданной величине запросного сигнала  $E_C$  величины  $\Delta\tau_3'$  и  $\Delta\tau_3''$  пропорциональны времени задержки  $\Delta\tau_3$ , поэтому для повышения чувствительности необходимо увеличивать  $\Delta\tau_3$ , что можно достигнуть приближением пускового тока  $I_{п}$  к значению граничного тока  $I_{гр}$ .

Для нормальной работы СПП весьма важно обеспечить совмещение частот приема и передачи, хотя в общем случае взаимное положение частот может быть произвольным. Частота приема определяется как частота максимума амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) СПП, соответственно частота излучения — как частота максимума спектра излучения СПП. Следует заметить, что эффективная полоса приема  $\Delta f_{пр}$  эфф связана обратной зависимостью приемного интервала  $\Delta t_{пр}$  соответственно с временем задержки  $\Delta\tau_3$ , ширина же спектра излучения СПП  $\Delta f_{изл}$  связана обратно пропорциональной зависимостью от длительности излучаемых радиоимпульсов. Таким образом частота приема  $f_{пр}$  соответствует частоте автоколебаний в момент запуска СПП, т.е.  $f_{изл}$ . По мере увеличения амплитуды колебаний частота сначала возрастает из-за уменьшения сдвига фазы между током эмиттера и коллектора СВЧ-транзистора, затем уменьшается за счет нарастания эквивалентной интегральной емкости транзистора. Стационарный режим в СПП устанавливается при достижении равенства нулевого

значения интегрального затухания контура автогенератора. Частота передачи  $f_{изл}$  соответствует частоте автоколебаний в стационарном режиме, которому соответствует максимальная амплитуда первой гармоники тока коллектора транзистора  $I_K$ . Выполнение автогенератора по схеме на Рис. 3 позволяет совместить частоты приема и излучения, основным условием совмещения является выполнение баланса фаз:

$$\varphi_K + \varphi_{Э} + \varphi_T + \varphi_H = 0; \text{ где}$$

$\varphi_K$  - сдвиг фазы в коллекторном контуре;

$\varphi_{Э}$  - сдвиг фазы в эмиттерном контуре;

$\varphi_T$  - сдвиг фазы в СВЧ-транзисторе;

$\varphi_H$  - сдвиг фазы в нагрузке.

Это легко выполняется при окончательной настройке СПП после изготовления, чему способствует выполнение автогенератора на микрополосковых линиях. Кроме того, из-за совмещения частот сразу же появляется другой положительный эффект: резкое увеличение КПД СПП практически в 2...2,5 раза, что значительно снижает энергопотребление или же при том же энергопотреблении увеличивает выходную мощность СПП.

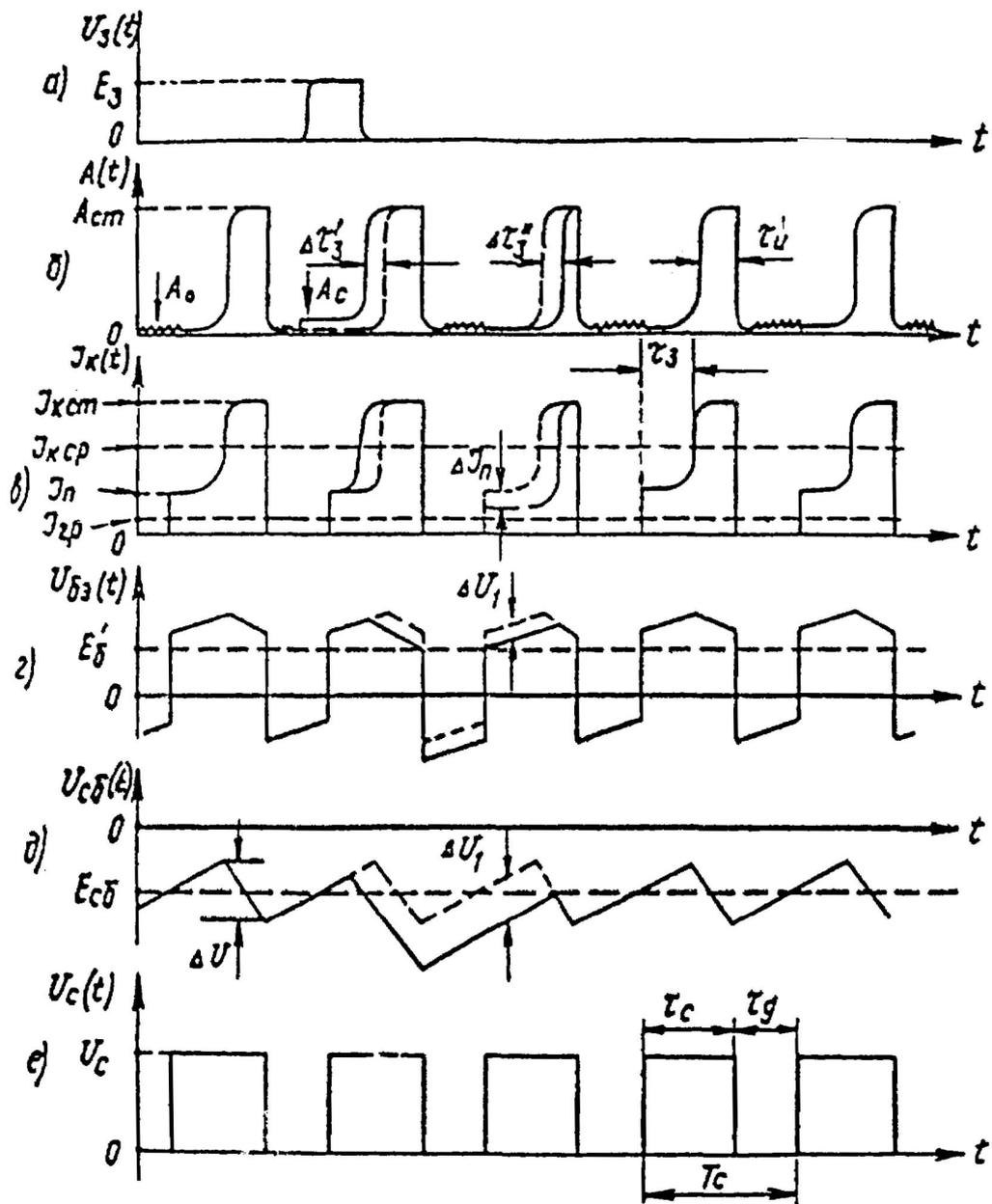


Рис. 5. Временные диаграммы.

### Конструкция СВЧ-контура (в составе системы АРЗ)

Антенная система выполнена в виде несимметричного четвертьволнового вибратора, расположенного над цилиндрическим экраном диаметром 100...120 мм. Вибратор снабжен регулировочной шайбой, электрически связанной с вибратором скользящим контактом. Регулировочная шайба расположена вблизи экрана. (См. Рис. 6) Ее перемещение вдоль оси вибратора позволяет регулировать коэффициент связи вибратора с контуром СВЧ-модуля, а регулировка длины вибратора позволяет задавать либо индуктивный, либо емкостной характер входного сопротивления антенны. СВЧ-модуль соединен с экраном при помощи втулки со шлицевыми разрезами, обеспечивающими прижимной контакт между втулкой и коаксиальным выводом СВЧ-модуля. Центральный проводник вывода соединен с вибратором антенны с помощью трубочки.

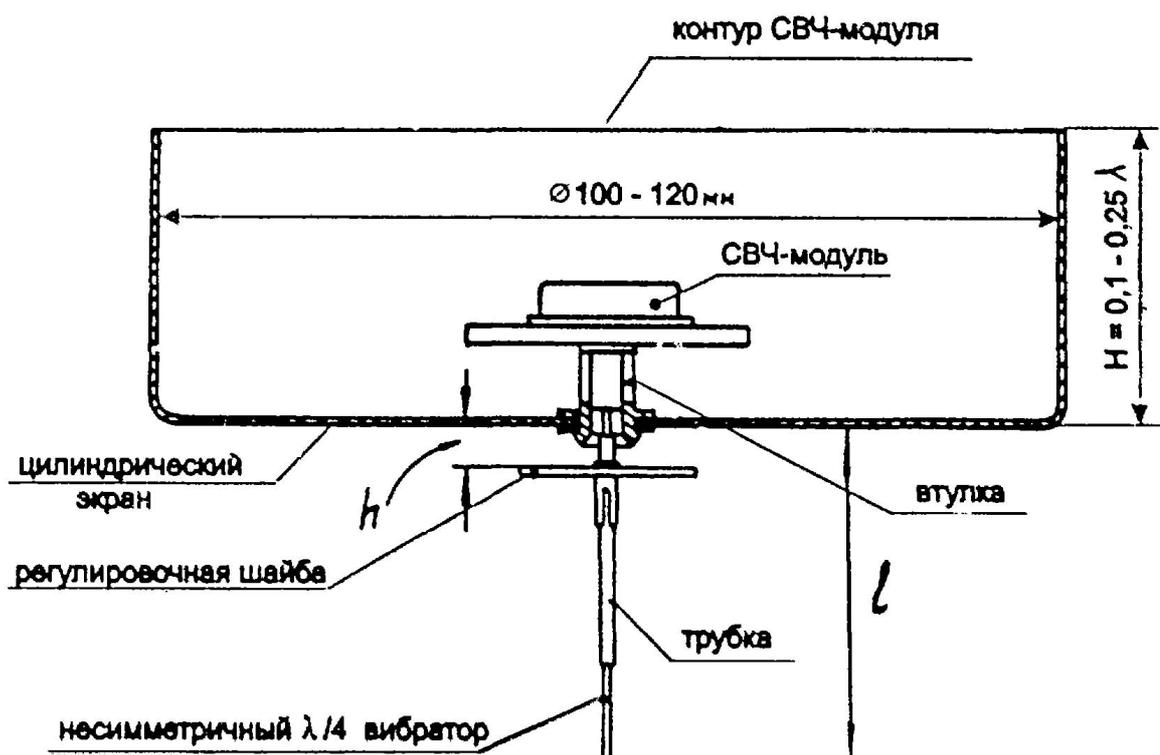


Рис. 6. Конструкция контура СВЧ-модуля.

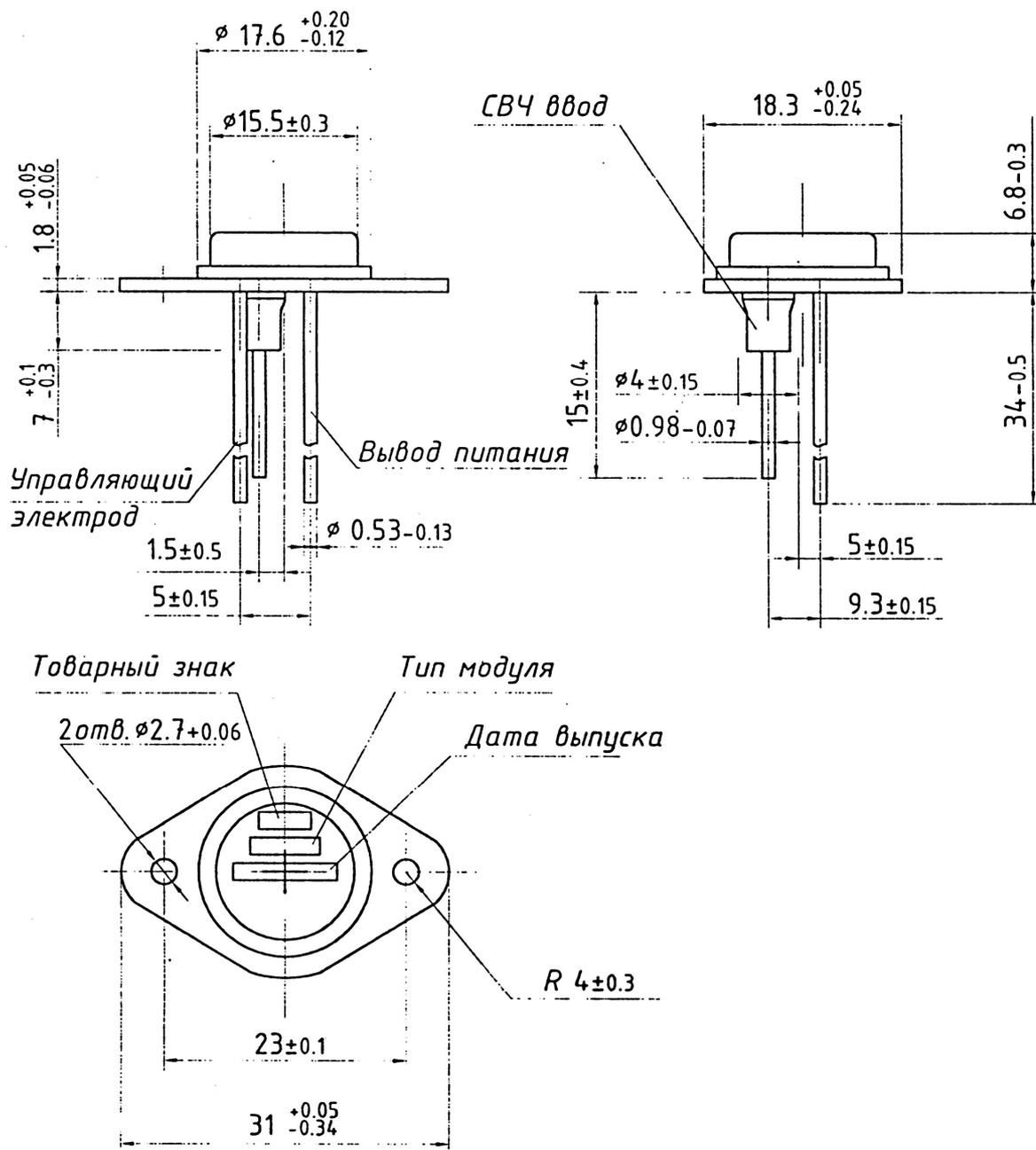
### Условия хранения

Модули должны храниться в отапливаемом хранилище или в хранилище с кондиционированием воздуха, в шкафах или стеллажах в упаковке предприятия-изготовителя, а также вмонтированными в защитную аппаратуру или в комплекте ЗИП. При хранении модулей в условиях, отличающихся от указанных выше, срок сохраняемости принимается в зависимости от мест хранения в соответствии с Табл. 1.

Таблица 1

Места хранения	Срок сохраняемости, лет	
	в упаковке предприятия-изготовителя	вмонтированными в аппаратуру (в составе незащищенного объекта)
Неотапливаемое хранилище	6	6
Под навесом	6	6
На открытой площадке	не допускается	4

## Чертеж корпуса



### Указания по эксплуатации

Исходными данными по выбору режимов эксплуатации модулей являются:

- нормы электрических параметров при приемке и поставке;
- нормы электрических параметров при минимальной наработке;
- величины минимальной наработки, гамма-процентного ресурса и срока сохраняемости;
- предельные значения допустимых электрических режимов эксплуатации и условий эксплуатации;
- типовые характеристики, определяющие зависимость электрических параметров от режимов и условий эксплуатации.

При работе с модулями следует соблюдать меры защиты от статического электричества.

В устройствах, где применяют модули, должны быть предусмотрены меры защиты модулей от воздействия агрессивных сред, а также защиты от электрических помех, повышенной СВЧ мощности. Допустимый уровень повышенной СВЧ мощности, подаваемой на модуль, не должен превышать 1 Вт при длительности импульса не более 1,5 мкс и скважности не менее 300.

При использовании модуля СВЧ ввод не должен иметь кондуктивной связи с корпусом по цепи нагрузки.

Следует иметь в виду, что постоянное напряжение на СВЧ вводе по отношению к корпусу равно напряжению источника питания (24 В). Замыкание в цепи СВЧ ввод-корпус может приводить к выходу из строя модуля.

Температура пайки не выше 260°C.

Перед пайкой выводы промывает спиртом, а затем смачивает флюсом. Состав флюса: 10...40% канифоли, 90...60% спирта.

Минимальное расстояние места пайки выводов от корпуса - 6 мм, а штыря СВЧ ввода - 3 мм от торца втулки СВЧ ввода.

Изгиб вывода допускается на расстоянии не менее 2 мм от корпуса. Изгиб СВЧ ввода - не допускается.