

## МИКРОСХЕМА АС/DC КОНВЕРТЕРА СО ВСТРОЕННЫМ МОЩНЫМ ТРАНЗИСТОРОМ

ILP223 – микросхема АС / DC конвертера со встроенным мощным транзистором предназначена для применения в высокоэффективных источниках питания для заряда батарей, распределенных системах питания, блоках питания телевизионных приемников, мониторов, аудио усилителей. Микросхема применяется для уменьшения габаритов источников питания за счет уменьшения количества внешних элементов; снижения потребляемой мощности радиоэлектронной аппаратуры.

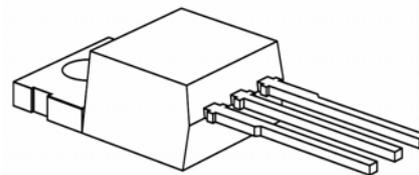


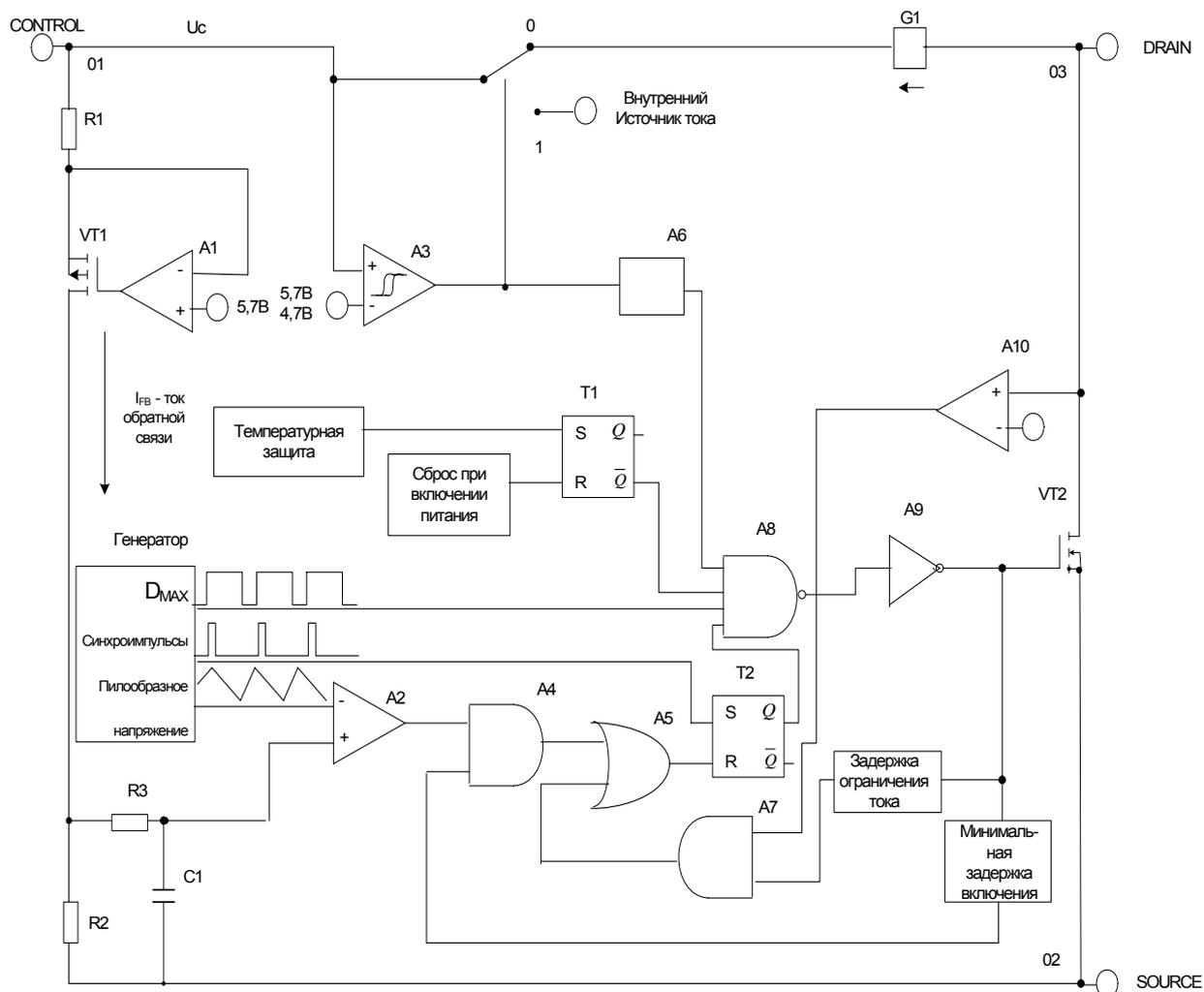
Рисунок 1 – Микросхема в корпусе TO220 АВ/3

### Основные характеристики:

- небольшое количество компонентов внешней обвязки преобразователя;
- конкурентоспособные по цене с линейными стабилизаторами при выходных мощностях больше 5 Вт;
- низкие АС/DC потери – микросхема обеспечивает до 90 % эффективности;
- встроенный автоматический перезапуск и ограничение выходного тока;
- функция температурной защиты;
- микросхема обеспечивает построение прямоходовых, обратных, повышающих и понижающих преобразователей;
- функционирует с обычной и оптической обратной связью;
- стабильная работа в режиме прерывистых и непрерывных токов;
- вывод SOURCE подключен к радиатору корпуса для уменьшения радиопомех;
- простота и низкие временные затраты на проектирование преобразователей.

Таблица 1 – Назначение выводов

Номер вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
01	CONTROL	Вывод управления (питания низковольтной части микросхемы)
02	SOURCE	Вывод истока мощного транзистора
03	DRAIN	Вывод стока мощного транзистора



- A1 – линейный стабилизатор/усилитель ошибки ;
- A2 – ШИМ - компаратор ;
- A3 – двухпороговый компаратор ;
- A4, A5, A7, A8 – логические элементы ;
- A6 - счетчик с коэффициентом считывания 8;
- A9 – буфер ;
- A10 – компаратор ограничения тока ;
- C1 – конденсатор ;
- G1 – источник тока ;
- T1, T2 – триггеры ;
- R1 - R3 – резисторы;
- VT1 – мощный р – каналный МОП – транзистор;
- VT2 – выходной высоковольтный п – каналный ДМОП - транзистор

**Рисунок 2 – Схема электрическая структурная**

Таблица 2 - Предельные режимы эксплуатации<sup>1)</sup>

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_D$	Напряжение питания на выводе DRAIN	- 0,3	700	В
$U_C$	Напряжение на выводе CONTROL	- 0,3	9	В
$I_C$	Ток по выводу CONTROL	-	100	мА
$I_{DC}$	Нарастание тока по выводу DRAIN за 100 нс, исключая время запираания переднего фронта <sup>2)</sup>	-	$0,1 \times I_{LIMIT(max)}$	мА
$T_{stg}$	Температура хранения	- 60	150	°С
$T_J$	Температура кристалла	-40 <sup>3)</sup>	150	°С
$R_{th j-a}$	Тепловое сопротивление «кристалл - среда»	-	70	°С/Вт
$R_{th j-c}$	Тепловое сопротивление «кристалл - корпус»	-	2	°С/Вт

<sup>1)</sup> Все напряжения измеряются относительно вывода SOURCE при  $T_A = 25$  °С.  
<sup>2)</sup> Относится к состоянию, когда сердечник трансформатора насыщен.  
<sup>3)</sup> Указана температура среды

Таблица 3 - Предельно допустимые режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_D$	Напряжение питания на выводе DRAIN	36	700	В
$T_J$	Температура кристалла	- 40 <sup>1)</sup>	125	°С
$R_{th\ j-a}$	Тепловое сопротивление «кристалл - среда»	-	70 <sup>2)</sup>	°С/Вт
$R_{th\ j-c}$	Тепловое сопротивление «кристалл - корпус»	-	2 <sup>3)</sup>	$R_{th\ j-a}$
$P_O$	Выходная мощность	-	30 <sup>4)</sup>	Вт

1) Температура среды

2)  $R_{th\ j-a}$  - тепловое сопротивление «кристалл - среда» (для микросхемы без внешнего дополнительного теплоотвода).

3)  $R_{th\ j-c}$  – тепловое сопротивление “кристалл-корпус” микросхемы (измеряется при соединении выводной планки с выводом SOURCE).

Для микросхемы с внешним дополнительным теплоотводом тепловое сопротивление «кристалл - среда»  $R_{th\ j-a}$ , °С/Вт, рассчитывается по формуле

$$R_{th\ j-a} = R_{th\ j-c} + R_{th\ c-a}, \quad (1)$$

где  $R_{th\ j-c}$  – тепловое сопротивление “кристалл-корпус” микросхемы, °С/Вт;

$R_{th\ c-a}$  – тепловое сопротивление «корпус-среда» микросхемы определяется конструкцией теплоотвода и определяется потребителем микросхемы. Используемый теплоотвод, режим включения (потребляемая мощность) и температура среды должны обеспечивать температуру кристалла не более  $T_j \leq 125$  °С.

Предельно допустимая мощность  $P_{tot}$ , Вт, рассеиваемая микросхемой при температуре среды  $T_A$ , определяется как

$$P_{tot} = (125 - T_A) / R_{th\ j-a}, \quad (2)$$

где 125 - предельно допустимая рабочая температура кристалла, °С.

4) Выходная мощность AC / DC конвертора

Таблица 4 – Электрические параметры (при  $T_j$  от  $-40^{(1)}$  до  $125^{\circ}\text{C}$ ,  $U_{\text{SOURCE}} = 0 \text{ В}$ , если не оговорено иначе)

Буквенное обозначение	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Единица измерения	
			не менее	не более		
Функции управления						
$f_{\text{OSC}}$	Рабочая частота	$I_C = 4 \text{ мА}$ , $T_j = 25^{\circ}\text{C}$	90	110	кГц	
$DC_{\text{MAX}}$	Максимальный коэффициент заполнения	$I_C = I_{\text{CD1}} + 0,4 \text{ мА}$	64	70	%	
$DC_{\text{MIN}}$	Минимальный коэффициент заполнения	$I_C = 10 \text{ мА}$	0,7	2,7	%	
$\Delta DC$	Изменение коэффициента заполнения от управляющего тока	$I_C = 4 \text{ мА}$ , $T_j = 25^{\circ}\text{C}$	- 11	- 21	%/мА	
$I_B$	Внешний ток смещения	-	0,8	3,3	мА	
$Z_C$	Динамический импеданс	$I_C = 4 \text{ мА}$ , $T_j = 25^{\circ}\text{C}$	10	22	Ом	
Параметры выключения / автоматического перезапуска						
$I_C$	Ток заряда по выводу CONTROL	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	$U_C^{(2)} = 0 \text{ В}$	- 1,2	- 2,4	мА
			$U_C = 5 \text{ В}$	- 0,8	- 2	
$U_{\text{UV}}$	Порог блокировки низкого напряжения	-	4,4	5	В	
$U_{\text{C(AR)}}$	Пороговое напряжение автоматического перезапуска	-	5	6,5	В	
$\Delta U_{\text{AR}}$	Гистерезис напряжения автоматического перезапуска	-	0,6	-	В	
$DC_{\text{AR}}$	Коэффициент заполнения автоматического перезапуска	-	2	8	%	
Параметры схемы защиты						
$I_{\text{LIMIT}}$	Ток ограничения выходного транзистора	$di/dt = 160 \text{ мА/мкс}$ , $T_j = 25^{\circ}\text{C}$	0,9	1,1	А	
$I_{\text{INT}}$	Начальный ток ограничения	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	$0,6 \times I_{\text{LIMIT(MIN)}}$	-	А	
$T_{\text{SD}}$	Температура срабатывания тепловой защиты, $^{\circ}\text{C}$	$I_C = 4 \text{ мА}$	125	150	$^{\circ}\text{C}$	
$U_{\text{C(RESET)}}$	Пороговое напряжение выключения питания		2	4,3	В	
Выходные параметры						
$R_{\text{DS(ON)}}$	Сопротивление выходного транзистора в открытом состоянии	$I_D^{(3)} = 100 \text{ мА}$	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	-	9	Ом
			$T_j = 100^{\circ}\text{C}$	-	15	



Продолжение таблицы 4

Буквенное обозначение	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Единица измерения
			не менее	не более	
$I_{DSS}$	Ток стока в закрытом состоянии	$U_{DS}^{4)} = 560 \text{ В}$ , $T_J = 125 \text{ °C}$	-	250	мкА
$BU_{DSS}$	Напряжение пробоя	$I_D = 100 \text{ мкА}$ $T_J = 25 \text{ °C}$	700	-	В
$U_D$	Напряжение питания на выводе DRAIN	-	36	-	В
$U_{C(SHUNT)}$	Напряжение стабилизатора	$I_C = 4 \text{ мА}$	5,5	6	В
$I_{CD1}$	Ток потребления/разряда по выводу CONTROL	Выходной транзистор включен	0,6	1,6	мА
$I_{CD2}$		Выходной транзистор выключен	0,5	1,1	мА

1) Указана температура среды.  
 2)  $U_C$  - напряжение на выводе CONTROL.  
 3)  $I_D$  - ток по выводу DRAIN.  
 4)  $U_{DS}$  - напряжение сток-исток выходного транзистора

Таблица 5 – Типовые значения электрических параметров ( $T_J$  от  $-40^{1)}$  до  $125 \text{ °C}$ ,  $U_{SOURCE} = 0 \text{ В}$ , если не оговорено иначе)

Наименование параметра	Буквенное обозначение	Режим измерения	Типовое значение	Единица измерения
Температурный дрейф изменения коэффициента заполнения от управляющего тока	$T_{\Delta DC}$	Примечание	- 0,05	%/мА/°C
Температурный дрейф динамического импеданса	$T_{ZC}$	-	0,18	%/°C
Температурный дрейф тока заряда	$T_{IC}$	Примечание	0,4	%/°C



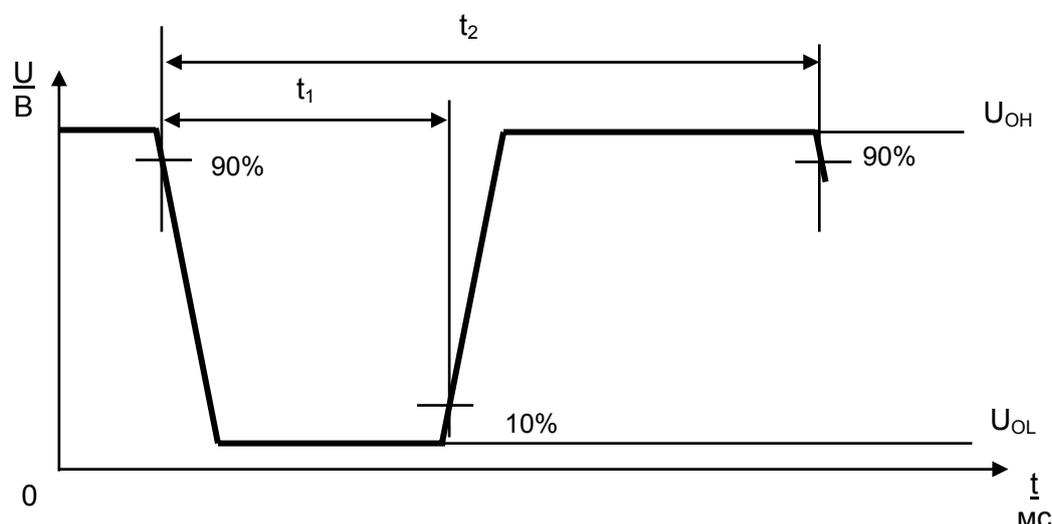
Продолжение таблицы 5

Наименование параметра	Буквенное обозначение	Режим измерения	Типовое значение	Единица измерения
Частота автоматического перезапуска	$f_{AR}$	-	1,2	Гц
Время задержки включения функции ограничения тока <sup>2)</sup>	$t_{LEB}$	$I_C = 4 \text{ мА}$ , $T_j = 25 \text{ °С}$	180	нс
Время задержки тока ограничения <sup>2)</sup>	$t_{ILD}$	$I_C = 4 \text{ мА}$	100	нс
Температурный дрейф стабилизатора	$T_{VSR}$	-	$\pm 50$	$10^{-6}/\text{°С}$

Примечания - Отрицательный температурный коэффициент соответствует увеличению абсолютного значения с увеличением температуры, положительный температурный коэффициент соответствует уменьшению абсолютного значения с увеличением температуры.

<sup>1)</sup> Указывается температура среды.

<sup>2)</sup> Измеряется суммарное время задержки: время задержки функции ограничения тока и задержка тока ограничения



Коэффициент заполнения DC, %, рассчитывают по формуле

$$DC = \frac{t_1}{t_2} \times 100\% \quad , \quad (3)$$

где  $t_1$  – длительность импульса низкого уровня, мс;

$t_2$  – период, мс.

Рисунок 3 – Временная диаграмма измерения коэффициента заполнения DC

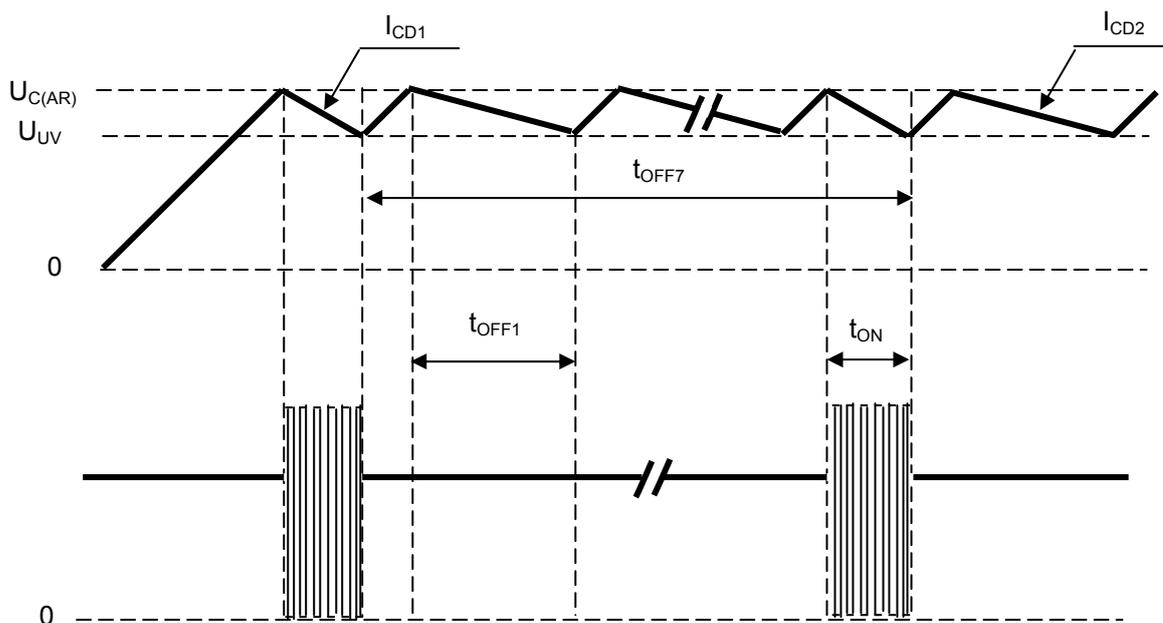


Рисунок 4 – Временная диаграмма работы микросхемы в режиме авторестарта

#### Описание работы микросхемы

В состав микросхемы входят:

- источник опорного напряжения;
- линейный стабилизатор, одновременно являющийся усилителем сигнала ошибки;
- генератор прямоугольных импульсов и пилообразного напряжения с частотой 100 кГц;
- ШИМ-компаратор;
- триггер;
- управляющая логика;
- блок включения/выключения микросхемы;
- блок защиты от превышения тока на выходе;
- блок защиты от превышения температуры кристалла;
- блок автоматического перезапуска;
- буфер, нагруженный на вход выходного транзистора;
- высоковольтный источник тока;
- выходной переключающий транзистор.

Питанием микросхемы служит выпрямленное сетевое напряжение, от которого питаются только выходной высоковольтный транзистор и высоковольтный источник тока. Остальная часть микросхемы питается от внутреннего линейного стабилизатора напряжения, для формирования которого служит внешний конденсатор  $C1$ , подключенный между выводом CONTROL и SOURCE. Внешний конденсатор также служит для режима автоматического перезапуска и для частотной коррекции усилителя сигнала ошибки. Значение емкости данного конденсатора определяет временные параметры в режиме автоматического перезапуска.

При подаче питания на вывод DRAIN включается высоковольтный источник тока, который обеспечивает значительный ток для зарядки внешнего конденсатора. Как только напряжение  $U_C$  на выводе CONTROL достигает верхнего порогового напряжения (напряжения стабилизации), высоковольтный источник тока выключается и включается линейный стабилизатор напряжения, активирующий все блоки микросхемы.

В нормальном рабочем режиме (режиме регулировки выходного напряжения) ток обратной связи поддерживает зарядку конденсатора C1, и линейный стабилизатор поддерживает постоянным напряжение  $U_C$ , равным 5,7 В. Если ток обратной связи превышает ток необходимый для поддержания постоянного напряжения на выводе CONTROL, стабилизатор тогда шунтирует избыточный ток обратной связи через резистор сигнала ошибки R2, преобразуя тем самым ток в напряжение обратной связи.

При уменьшении выходного напряжения конвертора уменьшается ток обратной связи.

Все критические напряжения микросхемы задаются с помощью температурно-независимого источника опорного напряжения. Также источник опорного напряжения используется для формирования температурно-независимого источника тока, который с высокой точностью устанавливает частоту внутреннего тактового генератора и ток буфера выходного транзистора.

Тактовый генератор линейно заряжает и разряжает внутренний конденсатор между двумя фиксированными уровнями для формирования пилообразного напряжения. Номинальная частота генератора – 100 кГц. Данное значение частоты выбрано для увеличения КПД и для уменьшения влияния радиопомех на источники питания.

ШИМ-компаратор осуществляет регулирование выходного напряжения конвертора посредством изменения коэффициента заполнения (соотношения длительности открытого и закрытого состояния) выходного транзистора.

Так как выходной транзистор обладает большой входной емкостью, то для предотвращения большого времени отрицательного фронта выходного сигнала используется буфер, выходной ток которого имеет высокую точность.

Микросхема имеет функцию ограничения тока выходного транзистора в каждом рабочем цикле.

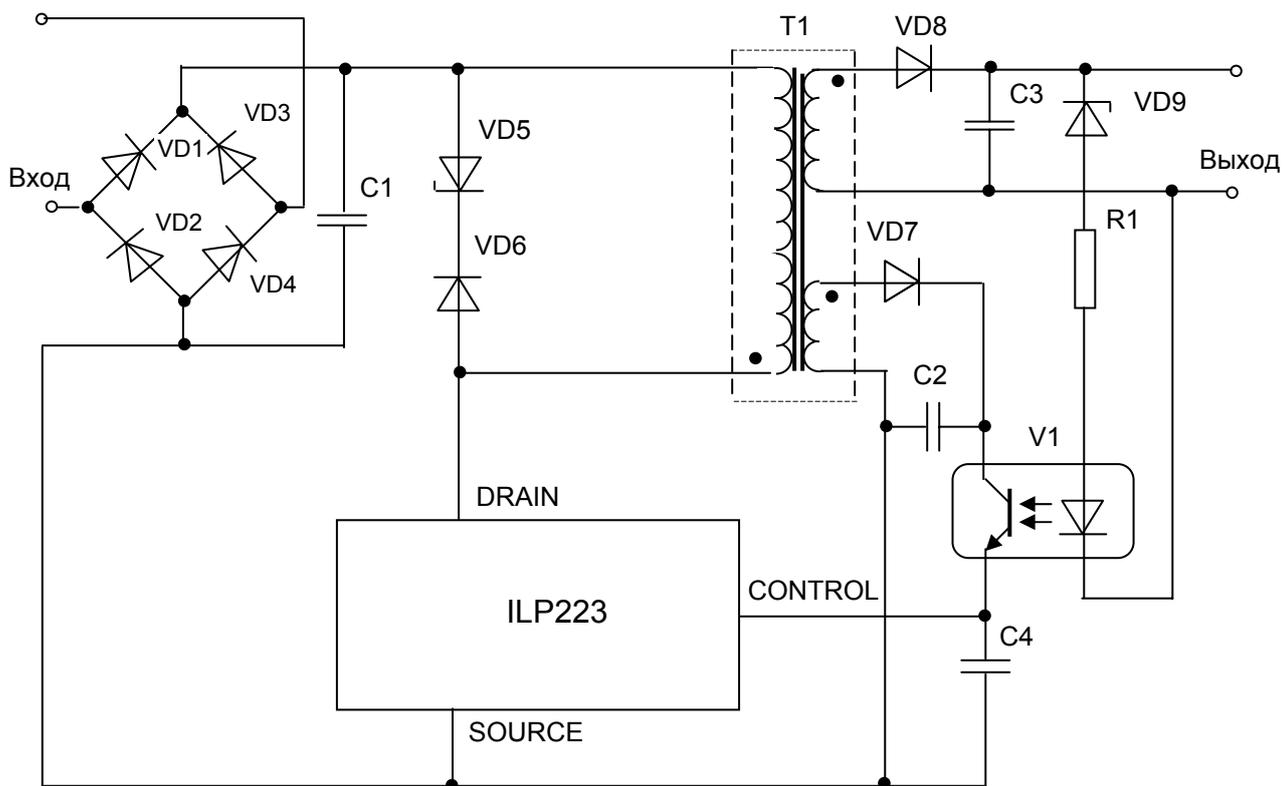
Блок задержки ограничения тока задерживает включение компаратора ограничения тока на короткое время в каждом цикле после включения выходного транзистора. Блок задержки ограничения предотвращает срабатывание блока ограничения тока в момент включения выходного транзистора, так как вследствие переходных процессов (зарядки/разрядки паразитных емкостей, обратного тока диода в цепи сброса энергии первичной обмотки трансформатора) возникают кратковременные всплески тока.

Значение тока ограничения может быть более низким в течение короткого времени после выключения блока задержки ограничения тока. Это вызвано зависимостью сопротивления канала выходного транзистора от времени в момент открывания.

Блок температурной защиты обеспечивает выключение выходного транзистора при превышении критической температуры кристалла (около 135 °C). Чтобы не допустить циклического срабатывания, блок температурной защиты имеет гистерезис по температуре около 70 °C. Большой гистерезис (70 °C) обеспечивает предотвращение перегрева платы при длительной неисправности.

Уменьшение напряжения на выводе CONTROL ниже порога блока включения (вследствие уменьшения напряжения питания) сбрасывает счетчик и микросхема может вернуться в нормальный режим работы после того как напряжение питания достигнет прежнего значения.

Встроенный высоковольтный источник тока между выводом DRAIN и CONTROL необходим для зарядки внешнего конденсатора (C1) – формирования внутреннего напряжения питания. Зарядка внешнего конденсатора возникает во время включения микросхемы и во время работы микросхемы в режиме автоматического перезапуска.



C1 – C4 – конденсаторы;  
 T1 – импульсный трансформатор;  
 R1 – резистор;  
 V1 – прибор оптоэлектронный с фототранзистором;  
 VD1 – VD4, VD6 – VD7 – диоды;  
 VD5, VD8 – стабилитроны

### Рисунок 5 – Типовая схема применения микросхемы

Зависимости основных электрических параметров микросхемы от режимов и условий эксплуатации приведены на рисунках 6 – 9.

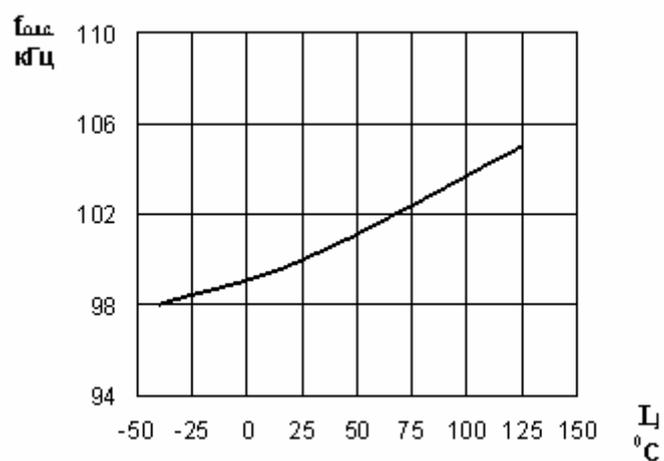


Рисунок 6 - Зависимость рабочей частоты  $f_{osc}$  от температуры кристалла  $T_j$

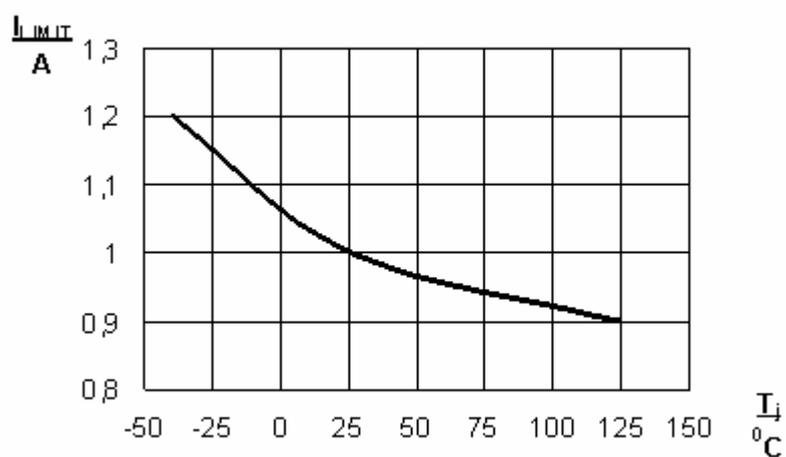


Рисунок 7 - Зависимость тока ограничения  $I_{LIMIT}$  от температуры кристалла  $T_j$

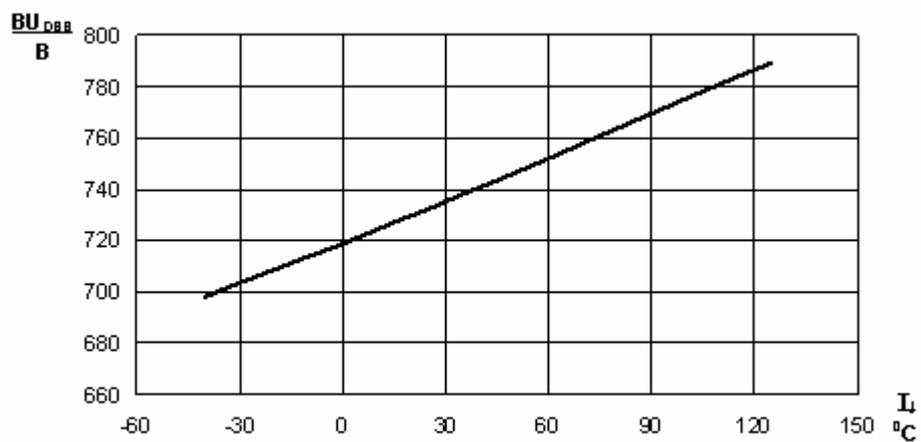


Рисунок 8 - Зависимость напряжения пробоя  $BU_{DSS}$  от температуры кристалла  $T_j$

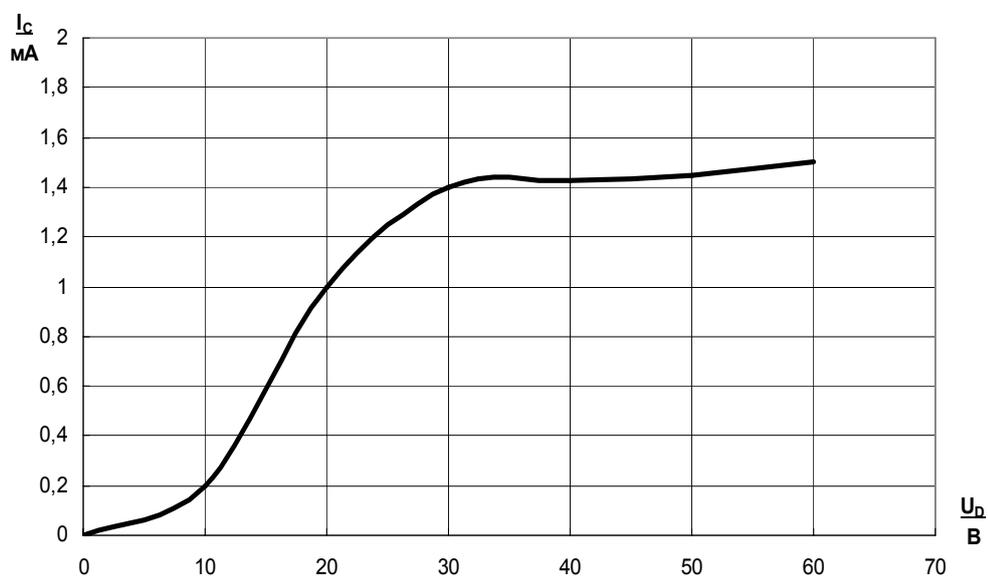


Рисунок 9 - Зависимость тока заряда по выводу CONTROL  $I_C$  от напряжения на выводе DRAIN  $U_D$  при  $U_C = 5$  В

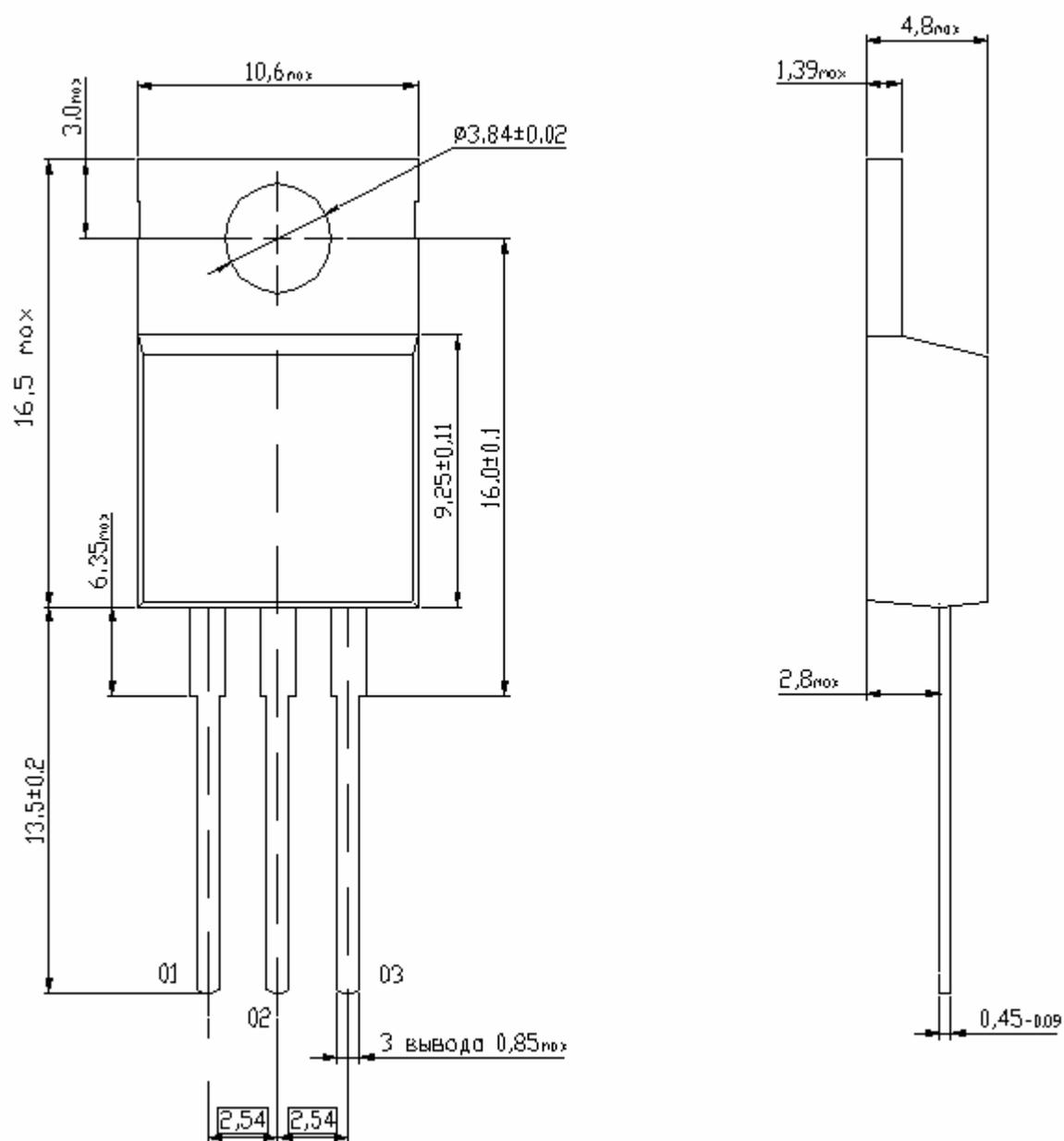
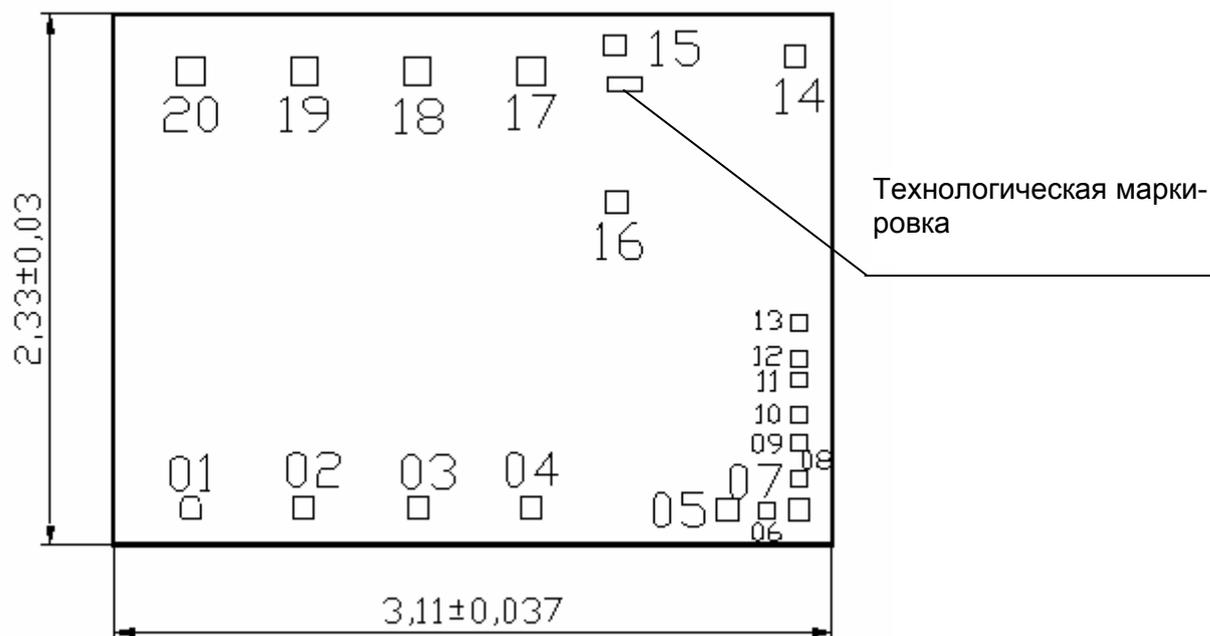


Рисунок 10 - Габаритные размеры корпуса TO-220 AB/3



Координаты контактных площадок указаны в таблице 6.

Технологическая маркировка «223» на кристалле с координатами, мм: левый нижний угол  $x = 2,130$ ,  $y = 2,050$ .

Толщина кристалла  $0,35 \pm 0,02$ .

**Рисунок 11 – Габаритный чертеж кристалла**

Таблица 6 - Таблица координат контактных площадок

Номер контактной площадки	Координаты (левый нижний угол), мм	
	X	Y
01	0,286	0,117
02	0,778	0,117
03	1,270	0,117
04	1,762	0,117
05	2,611	0,108
06	2,788	0,118
07	2,9185	0,108
08	2,9315	0,258
09	2,9315	0,415
10	2,9315	0,531
11	2,9315	0,688
12	2,9315	0,783
13	2,9315	0,940
14	2,9045	2,0975
15	2,123	2,1475
16	2,133	1,459
17	1,749	2,019
18	1,257	2,019
19	0,765	2,019
20	0,273	2,019

Примечания

1 Координаты и размер контактных площадок даны по слою «Пассивация».

2 Размер контактных площадок 01 - 05, 07, 14, 15, 16 – 0,090 x 0,090 мм, размер контактных площадок 17 - 20 – 0,116 x 0,116 мм, размер контактных площадок 06, 08 - 13 – 0,070 x 0,070 мм.

3 Скос двух углов первой контактной площадки ( $14 \pm 2$ ) мкм

Таблица 7 – Назначение контактных площадок

Номер контактной площадки	Наименование контактной площадки	Назначение контактной площадки
14, 15	CONTROL	Вывод управления (питания низковольтной части)
01-05, 07	SOURCE	Вывод истока мощного транзистора
17 - 20	DRAIN	Вывод стока мощного транзистора
06, 08 -13, 16	-	Не разваривается

