



## ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ LED – ДРАЙВЕР НА 120 МА СО ВСТРОЕННЫМ MOSFET КЛЮХОМ

Микросхема IL33120D, IZ33120 – микросхема высоковольтного LED – драйвера со встроенным MOSFET ключом, предназначена для управления цепочками светодиодов.

### Основные характеристики:

- входное напряжение на выводе DRAIN  
 $20 \text{ В} \leq U_{\text{IN}} \leq 400 \text{ В}$ ;
- диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 85 °С;
- сопротивление открытого ключа DRAIN-GND во включенном состоянии  $R_{\text{ON}}$  не более 40 Ом при температуре среды 25 °С;
- пробивное напряжение закрытого ключа на выводе DRAIN  $U_{\text{BR}}$  не менее 460 В;
- средний ток стабилизации по выводу DRAIN – 120 мА  $\pm 5\%$ ;
- защита от короткого замыкания в нагрузке;
- защита от перегрева.

### Область применения:

- DC/DC или AC/DC драйвер светодиодов;
  - декоративное светодиодное освещение.
- (Функциональные аналоги HV9922, IZ9922, An9920)

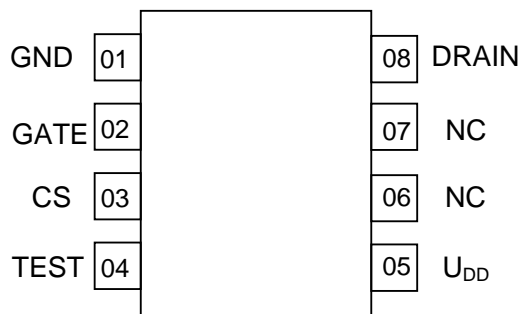
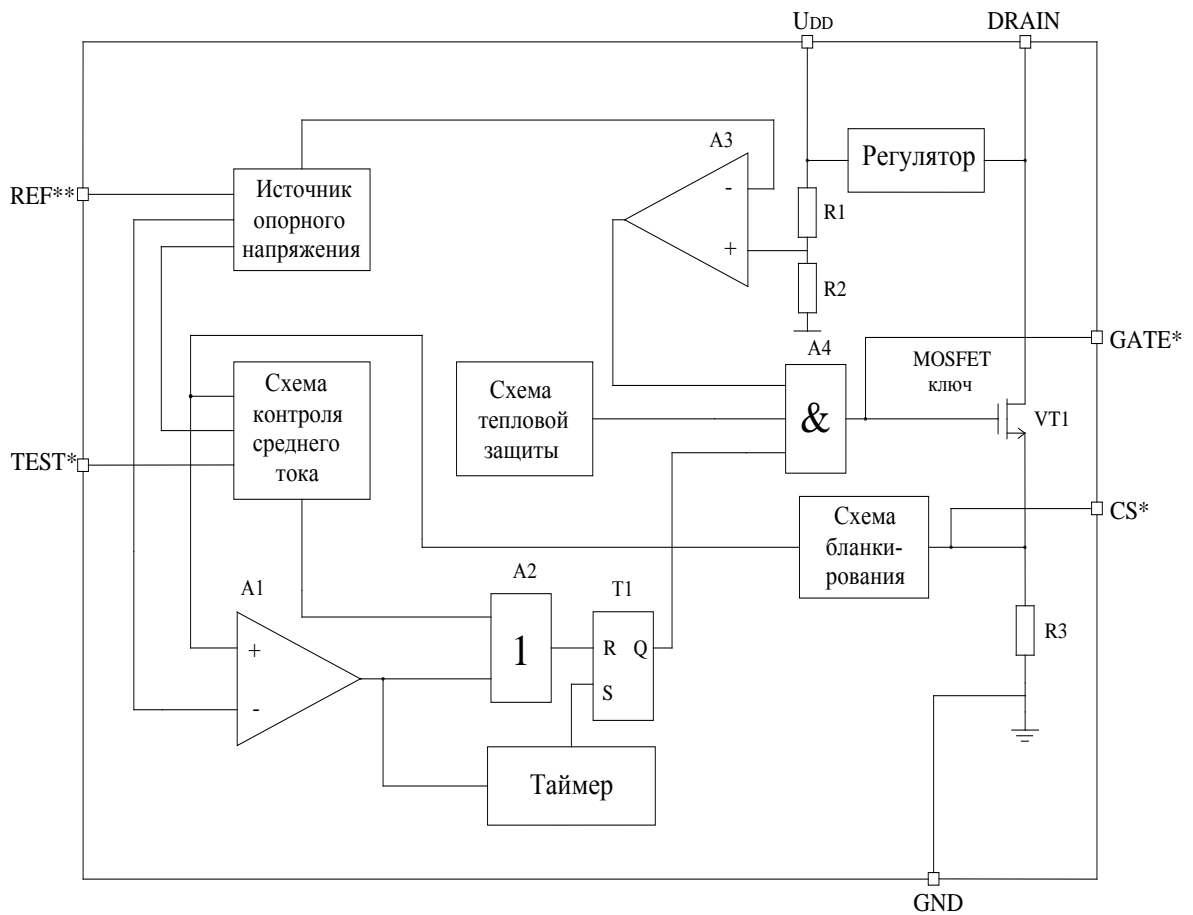


Рисунок 2 – Обозначение выводов в корпусе микросхемы IL33120D

Таблица 1 - Назначение выводов микросхемы в корпусе и контактных площадок кристалла

Номер контактной площадки	Номер вывода микросхемы	Обозначение вывода	Назначение вывода
01	08	DRAIN	Выход MOSFET ключа
02	-	D	Вывод тестовый
03	01	GND	Общий вывод
04	02	GATE	Вывод тестовый
05	-	I1	Вывод тестовый
06	-	I2	Вывод тестовый
07	-	I3	Вывод тестовый
08	-	I4	Вывод тестовый
09	-	I5	Вывод тестовый
10	-	I6	Вывод тестовый
11	-	I7	Вывод тестовый
12	-	I0	Вывод тестовый
13	03	CS	Вывод тестовый
14	-	REF	Вывод тестовый
15	04	TEST	Вывод тестовый
16	-	T0	Вывод тестовый
17	-	T1	Вывод тестовый
18	-	T2	Вывод тестовый
19	-	T3	Вывод тестовый
20	-	T4	Вывод тестовый
21	05	U <sub>DD</sub>	Вывод питания от источника напряжения
-	06,07	NC	Вывод свободный





A1, A3 – компараторы  
 A2, A4 – логические элементы  
 R1-R3 – резисторы  
 T1 – триггер  
 VT1 - транзистор

Рисунок 3 – Структурная схема микросхем IL33120D, IZ33120

\* Для микросхемы IL33120D, IZ33120.

\*\* Для микросхемы IZ33120.



**ИНТЕГРАЛ**

IL33120D, IZ33120\_R\_v4 27.10.2014

Таблица 2 - Предельные электрические режимы

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_{IN}$	Входное напряжение на выводе DRAIN	-0,3	420	В
$U_{DD}$	Напряжение питания низковольтной части схемы	-0,3	10,0	В
$T_J$	Максимальная температура кристалла	-	150	°С

Таблица 3 - Предельно допустимые электрические режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_{IN}$	Входное напряжение на выводе DRAIN	20	400	В
$U_{DD}$	Напряжение питания низковольтной части схемы	5,0	9,5	В
$T_J$	Максимальная температура кристалла	-	125	°С
$P_{DD}^*$	Суммарная максимальная рассеиваемая микросхемой мощность	-	630*	мВт

\* Значение  $P_{DD}$  для микросхемы IL33120D приведено при температуре среды  $T_a \leq 25$  °С.

Значение  $P_{DD}$ , мВт, при температуре среды  $T_a > 25$  °С определяют по формуле

$$P_{DD} = 630 - \frac{(T_a - 25)}{R_{thj-a}}, \quad (1)$$

$R_{thj-a} = 0,159$  °С/мВт – тепловое сопротивление кристалл - окружающая среда



Таблица 4 - Электрические параметры микросхем при Ta от минус 40 до плюс 85 °С

Обозначение параметра	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Температура среды, °С	Единица измерения
			Не менее	Не более		
$U_{DDR}$	Напряжение питания, формируемое регулятором	$U_{IN} = 20 \text{ В}, U_{IN} = 400 \text{ В}$	<u>5,5</u> 5,0	<u>8,5</u> 9,5	$25 \pm 10$ -40; 85	В
$I_{DD}$	Ток потребления	$U_{DD} = U_{DDR} + 0,2 \text{ В},$ $U_{IN} = 40 \text{ В}$	-	<u>400</u> 600		мкА
$R_{ON}$	Сопротивление открытого ключа DRAIN-GND во включенном состоянии	$U_{DD} = U_{DDR},$ $I_{DRAIN} = 120 \text{ мА},$ $I_{DRAIN} = 100 \text{ мА}$	-	<u>40</u> 60		Ом
$U_{BR}$	Пробивное напряжение закрытого ключа на выходе DRAIN	$U_{DD} = 8,5 \text{ В},$ $I_{DRAIN} = 0,2 \text{ мА}$	<u>500</u> 460	-		В
		$U_{DD} = 10 \text{ В},$ $I_{DRAIN} = 0,2 \text{ мА}$				
$I_{(SHORT)}$	Пиковое значение максимального тока в цепи светодиодов (Ток короткого замыкания)	$U_{DD} = U_{DDR}$	<u>160</u> 150	<u>240</u> 260		мА
$I_{(AVG)}$	Выходной ток в цепи светодиодов	$U_{DD} = U_{DDR}$	<u>114</u> 112	<u>126</u> 128		мА
$U_{UVLO}$	Пороговое напряжение питания низковольтной части схемы	$U_{DD} = U_{UVLO}$	<u>4,0</u> 3,8	$U_{DDR} -$ <u>0,3 В</u> $U_{DDR} -$ 0,1 В	В	



Таблица 5 - Динамические параметры микросхем при Ta от минус 40 до плюс 85 °С

Обозначение параметра	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Температура среды, °С	Единица измерения
			Не менее	Не более		
$T_{HI\text{CCUP}}$	Длительность времени выключенного состояния драйвера в режиме защиты от короткого замыкания	$U_{DD} = U_{DDR}$ $I_{DRAIN} > 260 \text{ мА}$	<u>350</u> 280	-	$25 \pm 10$ -40; 85	мкс
$T_{OFF}$	Время выключения драйвера	$U_{DD} = U_{DDR}$	<u>8</u> 7	<u>13</u> 14		мкс
$T_{BLANK}$	Время блокирования переднего фронта контроля тока	$U_{DD} = U_{DDR}$	200	400		нс
$T_{ON(MIN)}$	Минимальное время включения драйвера	$U_{DD} = U_{DDR}$	-	1000		нс



### Описание функционирования

Микросхема обеспечивает контроль и стабилизацию среднего значения тока в цепи светодиодов путем коммутации импульсов тока в катушке индуктивности в режиме ШИМ с фиксированным временем выключения с использованием встроенного MOSFET ключа.

Микросхема содержит встроенный высоковольтный MOSFET ключ с напряжением 400 В, регулятор напряжения, источник опорного напряжения, таймер отсчета времени выключения, схему контроля среднего значения тока в цепи светодиодов, схемы защиты от перегрева и защиты от короткого замыкания (КЗ) в нагрузке, цифровые логические схемы управления и аналоговые компараторы.

Питание драйвера IL33120D, IZ33120 может осуществляться от сети напряжения постоянного тока 20 ÷ 400 В или выпрямителя сети переменного тока 85 ÷ 265 В.

### Информация по применению

Микросхема является контроллером среднего тока, работающим в режиме ШИМ, и обеспечивает задание стабилизированного тока в цепь светодиодов для обеспечения постоянной яркости и цвета.

При подаче на вывод DRAIN входного напряжения  $U_{IN} = 20 \div 400$  В встроенный высоковольтный линейный регулятор напряжения начинает формировать на выводе  $U_{DD}$  напряжение питания  $U_{DDR}$  с номинальным значением 6,5 В (к выводу  $U_{DD}$  необходимо подключать конденсатор). До тех пор пока напряжение питания, формируемое регулятором, не достигнет порогового напряжения питания низковольтной части схемы  $U_{UVLO}$  (т.е.  $U_{DDR}$  будет меньше  $U_{UVLO}$ ), выходной MOSFET - ключ находится в закрытом состоянии. Когда напряжение питания, формируемое регулятором, превышает  $U_{UVLO}$ , выходной ключ открывается, и ток начинает протекать через вывод DRAIN. В цепи выходного драйвера включен токоизмерительный резистор. В каждом такте включения микросхема контролирует среднее значение тока, протекающего через вывод DRAIN. Если среднее значение тока превышает вычисляемое значение, выход ключа закрывается на фиксированное время  $T_{OFF}$  (время выключения драйвера), формируемое встроенным таймером. По истечению данного времени выходной ключ начинает снова проводить ток. При каждом включении драйвера схема контроля тока на короткое время равное времени блокирования переднего фронта контроля тока  $T_{BLANK}$  блокируется для подавления помех на время переходных процессов включения, а затем снова начинает контролировать величину тока, протекающего через вывод DRAIN.

### Рекомендации по применению и выбору элементов схемы

От величины индуктивности  $L2$  зависит амплитуда пульсаций тока. Рекомендуется выбирать значение индуктивности, при которой пульсации тока составляют 30 ÷ 40 % от среднего значения. Значение индуктивности  $L2$ , Гн, при этом может быть вычислено по формуле

$$L2 = \frac{T_{OFF(MAX)} \times U_O}{0,4 \times I_{(AVG)}}, \quad (2)$$

где  $T_{OFF(MAX)}$  - время выключения тока (максимальное значение), с;

$U_O$  – прямое падение напряжения в цепи светодиодов, В;

$I_{(AVG)}$  – выходной ток в цепи светодиодов, А.

Для получения высокой точности регулирования тока максимальный коэффициент заполнения рабочего цикла  $D_{MAX}$  (отношение времени включения драйвера к полному периоду) должно быть не более 80 %. Данное условие обеспечивается, когда выходное напряжение в цепи светодиодов  $U_O$  не превышает 80 % от входного напряжения  $U_{IN}$ .

Важным при проектировании светодиодных подсветок с применением микросхемы IL33120D, IZ33120 является учет паразитных параметров схемы, включающих емкость катушки индуктивности

$C_L$ , емкость перехода  $C_J$  и время восстановления  $t_{RR}$  быстродействующего диода VD5, емкость печатной платы  $C_{PCB}$ , выходную емкость  $C_{DRAIN}$  самой микросхемы.

Эти паразитные параметры оказывают влияние на эффективность (коэффициент полезного действия) светодиодных подсветок и кроме этого потенциально могут являться причиной помех во время переходных процессов включения и ложного срабатывания схемы контроля тока. Минимизация этих паразитных параметров является важным для эффективной и правильной работы микросхемы.

Емкость катушки индуктивности  $C_L$  или непосредственно указывается в спецификации изготовителя или может быть вычислена из приведенной собственной резонансной частоты SRF, Гц, по формуле

$$SRF = 1/(2\pi\sqrt{L2 \times C_L}), \quad (3)$$

где  $L2$  - величина индуктивности, Гн;

$C_L$  – емкость катушки индуктивности, Ф.

Заряд и разряд этой емкости в каждом цикле переключения является причиной больших токовых помех в цепи светодиодов. Подсоединение небольшого конденсатора  $C_0$  (0,1 мкФ) параллельно светодиодам необходимо для шунтирования данных помех. Рекомендуется использовать быстродействующий диод VD5 (со временем восстановления  $t_{RR}$  не более 100 нс) для достижения высокой эффективности и исключения ложного срабатывания схемы контроля тока. Использование диода с малым временем реверса-восстановления  $t_{RR}$  и малой величиной емкости перехода  $C_J$  позволяет добиться лучших характеристик. Обратное пробивное напряжение диода должно быть в 1,5 раза больше максимального входного напряжения.

Общая паразитная емкость на выводе DRAIN  $C_P$ , Ф, может быть вычислена по формуле

$$C_P = C_{DRAIN} + C_{PCB} + C_L + C_J, \quad (4)$$

где  $C_{DRAIN}$  - емкость ключа, Ф;

$C_{PSB}$  – емкость печатной платы, Ф.

Типовое значение емкости  $C_{DRAIN}$  составляет приблизительно 10 пФ.

Когда выходной ключ включается, паразитная емкость  $C_P$  разряжается через вывод DRAIN. Величина разрядного тока равна току насыщения ключа  $I_{SAT}$  и имеет типовое значение 300 мА. Длительность переднего фронта токовой помехи  $T_{SPIKE}$ , с, может быть оценена по формуле

$$T_{SPIKE} = t_{RR} + \frac{U_{IN} \times C_P}{I_{SAT}}, \quad (5)$$

где  $t_{RR}$  - время восстановления, с;

$U_{IN}$  - входное напряжение, В;

$I_{SAT}$  – ток насыщения ключа, А.

Для исключения ложного срабатывания компаратора контроля порогового тока, паразитная емкость  $C_P$ , Ф, должна быть минимизирована до величины, определяемой по следующей формуле

$$C_P < \frac{I_{SAT} \times (T_{BLANK} - t_{RR})}{U_{IN(MAX)}}, \quad (6)$$

где  $T_{BLANK}$  - время блокирования переднего фронта контроля тока (минимальное значение 200 нс), с;

$U_{IN(MAX)}$  - максимальное входное напряжение, В.





Величина емкости  $C_{DD}$ , Ф, в цепи питания может быть вычислена по формуле

$$C_{DD} > \frac{I_{DD} \times T_{OFF(MAX)} \times U_O}{(U_{DDR(MIN)} - U_{UVLO(MAX)}) \times (U_{IN} - U_O)}, \quad (7)$$

где  $I_{DD}$  – ток потребления, А;

$U_O$  – выходное напряжение в цепи светодиодов, В;

$U_{DDR(MIN)}$  – минимальное напряжение питания, формируемое регулятором, В;

$U_{UVLO(MAX)}$  – максимальное пороговое напряжение питания низковольтной части схемы, В.

Разряд паразитной емкости  $C_P$  образует импульсную мощность потерь на выводе DRAIN. Эта мощность  $P_{SWITCH}$ , Вт, может быть рассчитана по следующей формуле

$$P_{SWITCH} = \left( \frac{U_{IN}^2 \times C_P}{2} + U_{IN} \times I_{SAT} \times t_{RR} \right) \times F_S, \quad (8)$$

где  $I_{SAT}$  - ток насыщения ключа, А;

$F_S$  - частота переключения, Гц.

Импульсная мощность потерь является большей при максимальном напряжении питания.

Частота переключения  $F_S$ , Гц, может быть определена по следующей формуле

$$F_S \approx \frac{U_{IN} - U_O}{U_{IN} \times T_{OFF}}, \quad (9)$$

Мощность потерь на сопротивлении DRAIN-GND во включенном состоянии  $P_{COND}$ , Вт, может быть вычислена как:

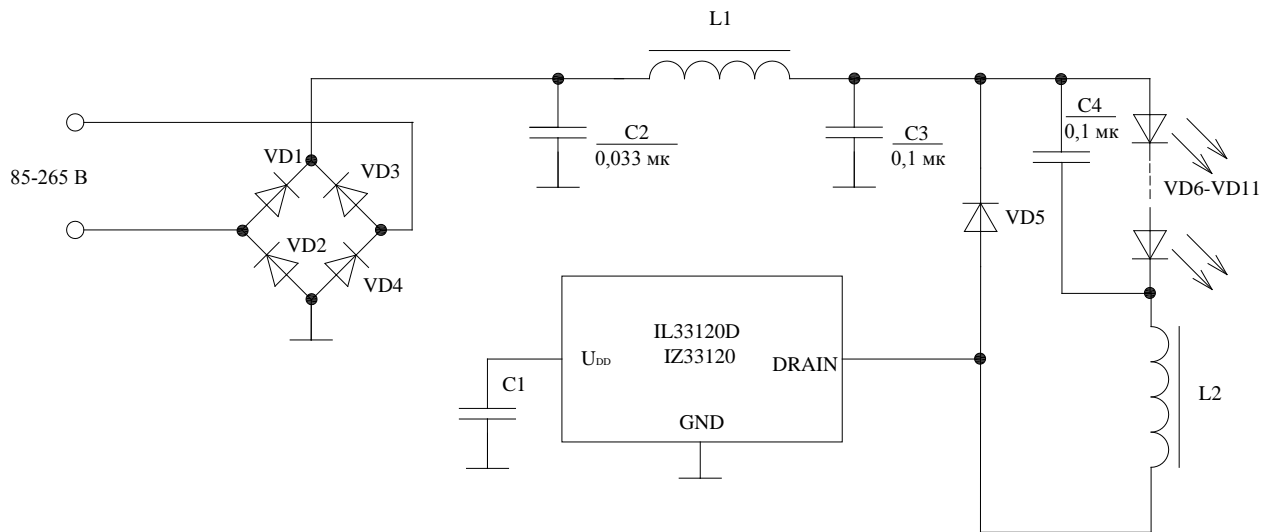
$$P_{COND} \approx I_O^2 \times R_{ON} \times \frac{U_O}{U_{IN}} + I_{DD} \times U_{IN}, \quad (10)$$

где  $R_{ON}$  - сопротивление открытого ключа DRAIN-GND во включенном состоянии, Ом.

Суммарная мощность  $P_{TOTAL}$ , Вт, равна

$$P_{TOTAL} = P_{SWITCH} + P_{COND}. \quad (11)$$



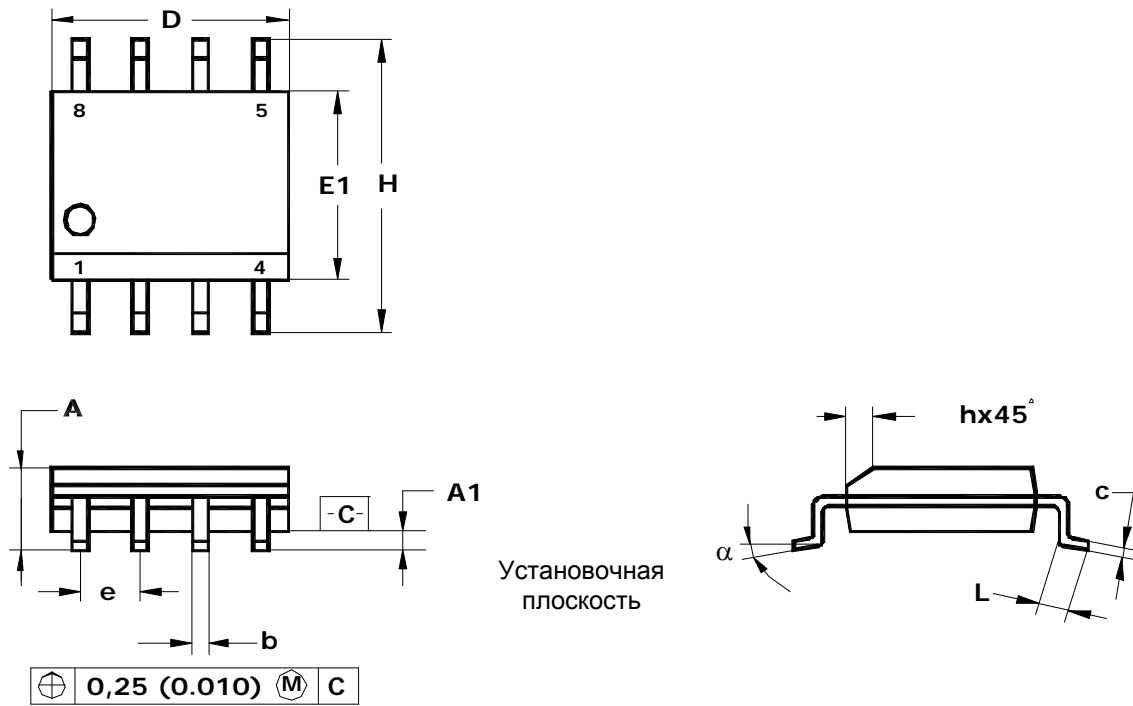


- C1 – конденсатор  $C_{DD}$
- C2 – конденсатор  $C_F$
- C3 – конденсатор  $C_{IN}$
- C4 – конденсатор  $C_O$
- L1 – катушка индуктивности  $L_F = 2,2 \text{ мГн}$
- L2 – катушка индуктивности
- VD1 – VD4 – диоды
- VD5 – быстродействующий диод
- VD6 – VD11 – светодиоды

Расчет номинальных значений катушки индуктивности L2 и конденсатора C1, требования к параметрам диода VD5 приводятся в разделе «Рекомендации по применению и выбору элементов схемы»

Рисунок 4 – Типовая схема применения микросхемы IL33120D, IZ33120

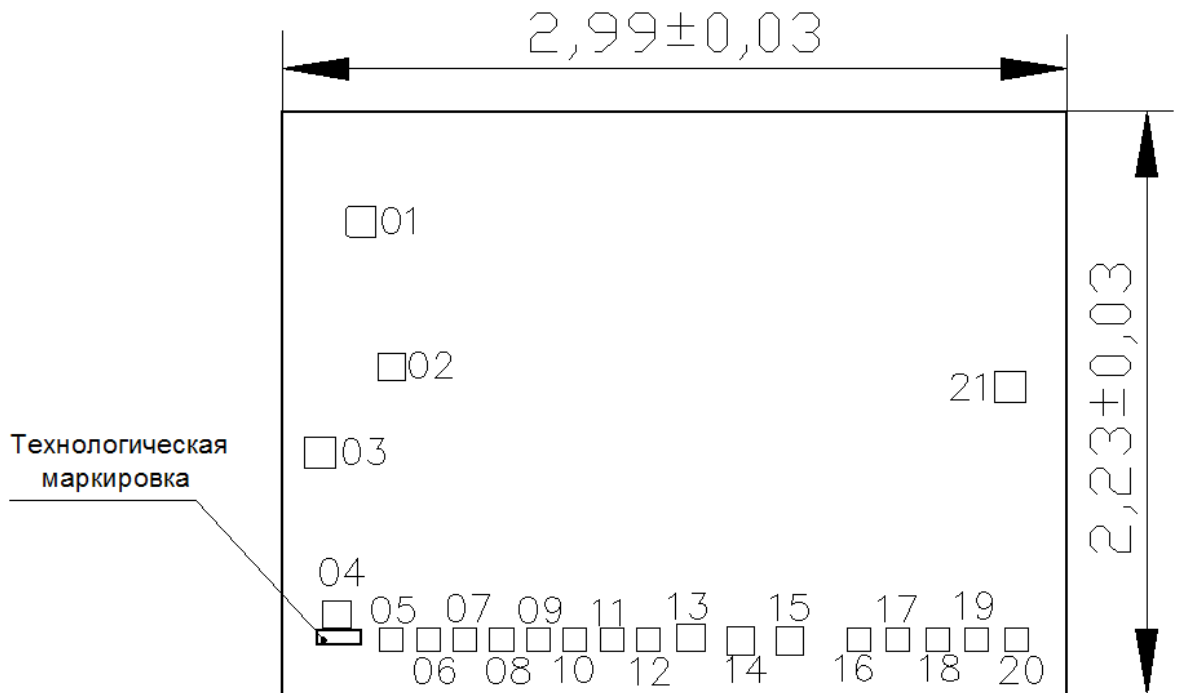




Примечание - Размеры D, E1 не включают величину обля, которая не должна превышать 0,25 мм (0.010) на сторону.

	D	E1	H	b	e	$\alpha$	A	A1	c	L	h
<b>Миллиметры</b>											
Min	4,80	3,80	5,80	0,33	1,27	0°	1,35	0,10	0,19	0,41	0,25
max	5,00	4,00	6,20	0,51		8°	1,75	0,25	0,25	1,27	0,50
<b>Дюймы</b>											
Min	0,1890	0,1497	0,2284	0,013	0,100	0°	0,0532	0,0040	0,0075	0,016	0,0099
max	0,1968	0,1574	0,2440	0,020		8°	0,0688	0,0090	0,0098	0,050	0,0196

Рисунок 5 - Габаритные размеры корпуса MS-012AA



Технологическая маркировка на кристалле «3312» с координатами, мм: левый нижний угол  $x = 0,182$ ;  $y = 0,194$ ; 12:  $x = 0,133$ ;  $y = 0,194$ .

Примечание: Область посадки кристалла при монтаже на плату должна быть изолирована или соединена с GND

Рисунок 6 – Схема расположения контактных площадок



Таблица 4 - Координаты и размеры контактных площадок

Номер контактной площадки	Координаты контактных площадок, левый нижний угол, мкм		Размер контактных площадок, мм
	X	Y	
01	0,242	1,751	0,116x0,116
02	0,364	1,202	0,095x0,095
03	0,085	0,867	0,116x0,116
04	0,155	0,255	0,095x0,095
05	0,371	0,165	0,080x0,080
06	0,511	0,165	0,080x0,080
07	0,651	0,165	0,080x0,080
08	0,791	0,165	0,080x0,080
09	0,931	0,165	0,080x0,080
10	1,071	0,165	0,080x0,080
11	1,211	0,165	0,080x0,080
12	1,351	0,165	0,080x0,080
13	1,506	0,165	0,095x0,095
14	1,694	0,165	0,095x0,095
15	1,882	0,165	0,095x0,095
16	2,153	0,165	0,080x0,080
17	2,303	0,165	0,080x0,080
18	2,453	0,165	0,080x0,080
19	2,603	0,165	0,080x0,080
20	2,753	0,165	0,080x0,080
21	2,717	1,120	0,116x0,116
Примечание - Координаты и размеры контактных площадок даны по слою «Пассивация»			

Толщина и состав металла на планарной стороне	Al+1%Si	1,0±0,1 мкм
Толщина и состав металла на непланарной стороне		-

