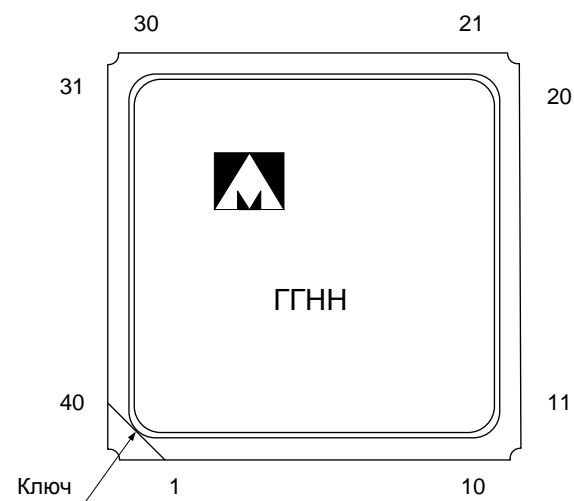


Микросхема понижающего преобразователя напряжения ОКР «Источник-3А»



ГГ – год выпуска
НН – неделя выпуска

Основные характеристики микросхемы:

- Входное напряжение от 4,3 до 13,2 В;
- Ток нагрузки до 3 А;
- Регулируемое от 0,9 В до 5,0 В выходное напряжение;
- Точность выходного напряжения 3 %;
- Ток потребления в режиме холостого хода не более 2 мА;
- Частота коммутации от 200 кГц до 600 кГц;
- Встроенная защита от короткого замыкания;
- Встроенная тепловая защита;
- Регулируемый плавный запуск схемы;
- Рабочий диапазон температур:

Обозначение	Диапазон
В разработке	минус 60 ... +85 °С (Т _{корпуса} не более +105 °С)

Тип корпуса:

- микросхемы поставляются в 40-выводном металлокерамическом корпусе 5164.40-1НЗ.

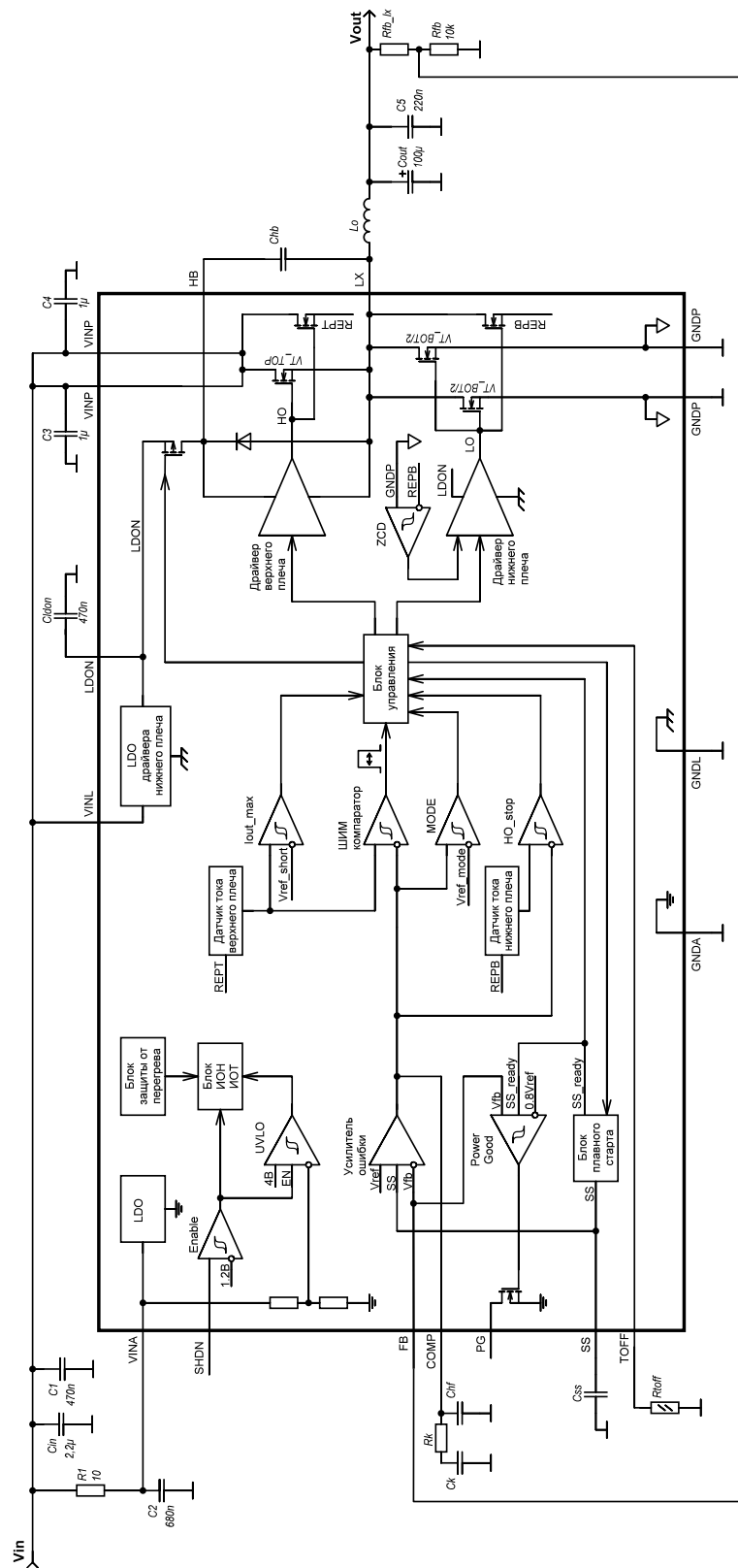
Общее описание и область применения микросхемы

Микросхемы интегральные (ОКР «Источник-3А») (далее – микросхемы) представляют собой радиационно-стойкий индуктивный понижающий преобразователь напряжения, изготавливаемый по КМОП технологическому процессу с использованием специализированных транзисторов и обладающий рядом улучшенных параметров, таких как частота преобразования до 600 кГц, обратная связь по току, режимы ШИМ и ЧИМ, высокий КПД в широком диапазоне тока нагрузки.

Обладая высокой частотой преобразования, микросхема может применяться в малогабаритных DC-DC источниках питания с относительно высокой нагрузочной способностью 3 А. Динамические характеристики преобразователя позволяют использовать совместно с ним индуктивности малых номиналов.

Использование микросхемы как традиционного импульсного источника питания дает преимущество в сравнении с классическими линейными регуляторами напряжения за счет существенно более высокого КПД.

1 Структурная блок-схема микросхемы



Все элементы схемы имеют электрическую связь с соответствующими контактными площадками.

Рисунок 1 – Структурная блок-схема микросхемы

2 Условные графические обозначения

4-7	VINP	DC/DC	VINP	24-27
8-11	GNDP		GNDP	20-23
3	VINL		HB	2
39, 40	VINA		LX	12-19
1, 30	NC		FB	34
38	SHDN		PG	35
31	SS		LDON	29
33	TOFF		GNDL	28
36, 37	GND A		COMP	32

Рисунок 2 – Условное графическое обозначение микросхем (ОКР «Источник-3А») в корпусе 5164.40-1НЗ

3 Описание выводов

Таблица 1 – Описание выводов

№ вывода корпуса 5164.40-1НЗ	№ контактной площадки кристалла	Обозначение вывода	Назначение вывода
1	–	NC	Не используется
	1	VREF	Выход встроенного ИОН
–	2	RTR<2>	Площадки пережигаемых перемычек
–	3	RTR<1>	
–	4	RTR<0>	
2	5	HB	Вывод для подключения конденсатора вольтодобавки
3	6	VINL	Питание встроенного LDO драйверов затворов силовых ключей
4	7	VINP	Вход встроенного NMOS силового ключа верхнего плеча
5	8	VINP	
6	9	VINP	
7	10	VINP	
8	11	GNDP	Общий для встроенного NMOS силового ключа нижнего плеча
9	12	GNDP	
10	13	GNDP	
11	14	GNDP	
12	15	LX	Выход встроенных NMOS силовых ключей
13	16	LX	
14	17	LX	
15	18	LX	
16	19	LX	
17	20	LX	
18	21	LX	
19	22	LX	
20	23	GNDP	Общий для встроенного NMOS силового ключа нижнего плеча
21	24	GNDP	
22	25	GNDP	
23	26	GNDP	Вход встроенного NMOS силового ключа верхнего плеча
24	27	VINP	
25	28	VINP	
26	29	VINP	
27	30	VINP	
28	31	GNDL	Общий для встроенного LDO драйверов затворов силовых ключей
29	32	LDON	Вывод для подключения конденсатора встроенного LDO драйверов затворов силовых ключей
–	33	RTR<9>	Площадки пережигаемых перемычек
–	34	RTR<8>	
–	35	RTR<7>	
30	–	NC	Не используется
31	36	SS	Вход для подключения конденсатора плавного старта
32	37	COMP	Выход усилителя ошибки для подключения цепи компенсации

33	38	TOFF	Вход выбора времени выключенного состояния NMOS силового ключа нижнего плеча
34	39	FB	Вход обратной связи
35	40	PG	Выход сигнала нахождения выходного напряжения в допустимых пределах
–	41	RTR<6>	Площадки пережигаемых перемычек
–	42	RTR<5>	
–	43	RTR<4>	
–	44	RTR<3>	
36	45	GNDА	Общий для маломощной аналоговой части микросхемы
37	46	GNDА	
38	47	SHDN	SHDN = Vin – включение схемы; SHDN = «0» – выключение схемы
39	48	VINA	Питание маломощной аналоговой части микросхемы
40	49	VINA	

4 Указания по применению и эксплуатации

При ремонте аппаратуры и измерении параметров микросхем замену микросхем необходимо проводить только при отключенных источниках питания.

Запрещается подведение каких-либо электрических сигналов (в том числе шин «Питание», «Общий») к выводам микросхем, не используемым согласно таблице описания выводов (Таблица 1).

Для микросхемы (ОКР «Источник-3А») в корпусе 5164.40-1Н3 вывод 37 микросхемы («Общий») электрически соединен с основанием и крышкой корпуса.

Типовая схема включения микросхемы приведена на рисунке 6.

5 Описание функционирования микросхемы

5.1 Общее описание

Микросхема индуктивного понижающего преобразователя включает в себя следующие блоки:

- блок широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и управления;
- источник опорного напряжения;
- усилитель ошибки;
- датчики тока для ключей выходного каскада
- силовые ключи верхнего и нижнего плеча.

В свою очередь *блок ШИМ и управления* состоит из блока плавного запуска и ШИМ/ЧИМ формирователя (ЧИМ – частотно-импульсная модуляция).

После подачи напряжения питания U_{CC} блок плавного запуска начинает заряжать постоянным током конденсатор C_{SS} . Внутренняя схема отслеживает скорость нарастания напряжения на емкости и переключается в момент пересечения напряжения, которое определяет максимальный выходной ток преобразователя.

Выходное напряжение устанавливается внешним резистивным делителем, подключенным к выводу FB. Типовая схема включения микросхемы приведена на рисунке 6.

Источник опорного напряжения вырабатывает стабильное напряжение 0,9 В, а также опорные токи для функционирования всех блоков преобразователя.

Усилитель ошибки сравнивает опорное напряжение с напряжением обратной связи, поданным на вход FB, и вырабатывает сигнал управления для ШИМ/ЧИМ формирователя. При токах нагрузки менее 500 мА микросхема работает в более экономичном режиме ЧИМ, в других случаях – обеспечивается режим ШИМ.

Выходной каскад содержит мощные ключевые n-канальные транзисторы верхнего и нижнего плеча, встроенные диоды между подложкой и стоком.

Датчики тока обеспечивают в преобразователе обратную связь по выходному току, что повышает устойчивость и улучшает динамические свойства микросхемы.

Внешний резистор R_{TOFF} регулирует частоту коммутации преобразователя f_{sw} . Внешняя индуктивность L_0 совместно с конденсатором C_{out} образует сглаживающий фильтр. Выбор номинальных значений этих элементов определяет уровень пульсаций выходного напряжения преобразователя.

Внешний резистор $R1$ и конденсатор $C2$ фильтруют напряжение аналогового питания схемы от помех.

Подключение входа SHDN к шине «Общий» отключает микросхему и переводит ее в режим микропотребления. Выходное напряжение при этом не вырабатывается и выход находится в состоянии Z.

Для типовых применений рекомендуется использовать компоненты L , R_k , C_k , C_{hf} и R_{TOFF} со значениями, указанными в таблице 2. Формулы приведены для ориентировочного расчета.

Общие рекомендации и этапы проектирования следующие:

1. Выбрать сопротивление резистора R_{fb_lx} исходя из заданного выходного напряжения согласно формулам, приведенным ниже;
2. Выбрать желаемую частоту коммутации f_s в режиме ШИМ (при $I_o > 500$ мА) с учетом приведенных ниже рекомендуемых ограничений;
3. Согласно формулам, приведенным ниже, выбрать время сохранения сигнала t_{off} , как функцию входного напряжения, выходного напряжения и частоты коммутации.
4. Выбрать номинал резистора R_{TOFF} , подключенного к выводу TOFF, как функцию времени сохранения сигнала;
5. Выбрать параметры катушки индуктивности, как функции выходного напряжения, времени сохранения сигнала и амплитуды переменного тока, протекающего через катушку индуктивности;
6. Выбрать параметры элементов цепи компенсации R_k , C_k , C_{hf} согласно формулам, приведенным ниже.

5.2 Задание необходимого выходного напряжения

Выходное напряжение преобразователя V_{out} , В, задается делителем напряжения обратной связи на резисторах R_{fb_lx} и R_{fb} и определяется по следующей формуле:

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_{fb_lx}}{R_{fb}} \right), \quad (1)$$

где $V_{ref} = 0,9$ В – внутреннее опорное напряжение;

$R_{fb} = 10$ кОм – резистор обратной связи между FB и GND;

R_{fb_LX} – резистор обратной связи между LX и FB, кОм.

5.3 Выбор времени сохранения сигнала

Время сохранения сигнала t_{off} , с, в режиме ШИМ (при $I_o > 500$ мА) определяется по следующей формуле:

$$t_{off} = \frac{V_{in} - V_{out} - 1.2 R_{sw} I_o}{V_{in} f_{sw}} \quad (2)$$

где V_{in} – входное напряжение, В;

V_{out} – выходное напряжение, В;

R_{sw} – сопротивление встроенных силовых ключей, Ом;

I_o – выходной ток, А;

f_{sw} – частота коммутации в режиме ШИМ при $I_o > 500$ мА, Гц.

В таблице 5 приведены значения сопротивлений силовых ключей. Для упрощения расчётов можно пренебречь напряжением, падающим на силовых ключах:

$$t_{off} = \frac{V_{in} - V_{out}}{V_{in} f_{sw}}. \quad (3)$$

5.4 Выбор резистора на выводе TOFF

Значение сопротивления резистора R_{TOFF} , кОм, на выводе TOFF определяется по формуле

$$R_{toff} = 100 \cdot t_{off} \quad (4)$$

где t_{off} – время сохранения сигнала, мкс.

Рекомендуемые значения сопротивления R_{TOFF} лежат в диапазоне от 30 до 400 кОм при t_{off} от 0,3 до 4,0 мкс.

5.5 Выбор параметров катушки индуктивности

Для выбора катушки индуктивности необходимо определить три основных параметра:

- значение пикового тока;
- значение индуктивности;
- значение сопротивления катушки по постоянному току.

Значение индуктивности L , мкГн, определяется по следующей формуле:

$$L = \frac{V_{out} t_{off}}{I_o \cdot LIR} \quad (5)$$

где: V_{out} – выходное напряжение, В;

t_{off} – время сохранения сигнала, мкс;

I_o – максимальный постоянный ток через нагрузку, А;

LIR – это отношение амплитуды переменного тока, протекающего через катушку индуктивности, к максимальному значению постоянного тока нагрузки.

Не рекомендуется использовать катушки с индуктивностью более 6,8 мкГн в связи с значительным увеличением активного сопротивления и падением КПД преобразователя.

Более высокие значения LIR позволяют применить катушку с меньшей индуктивностью, что приведёт к меньшим потерям мощности, но большим пульсациям. Значение LIR = 0,25 является компромиссом между габаритами катушки и потерями.

При рекомендуемом значении LIR = 0,25 значение пикового тока I_p , А, протекающего через катушку индуктивности, определяется следующей формулой:

$$I_p = I_o + \frac{LIR \cdot I_o}{2} = 1,125 \cdot I_o \quad (6)$$

В общем случае значение пикового тока протекающего через катушку индуктивности определяется по следующей формуле:

$$I_p = I_o + \frac{V_{out}t_{off}}{2L} \quad (7)$$

где: I_o – значение максимального постоянного тока через нагрузку, А;

V_{out} – выходное напряжение, В;

t_{off} – время сохранения сигнала, мкс;

L – значение индуктивности, мкГн.

Так как номиналы резистора R_{TOFF} и индуктивности L взаимосвязаны согласно формулам (3), (4), для них существуют предельно-допустимые значения при фиксированном значении R_{TOFF} или L . Превышение этих значений приводит к дополнительной потере КПД и неоптимальной работе схемы, но при этом стабильность работы схемы сохраняется. С этой точки зрения, LIR не должен превышать значение 0,25.

Катушку индуктивности следует выбирать с током насыщения, превышающим пиковый в несколько раз.

Для минимизации потерь катушка индуктивности выбирается с наименьшим сопротивлением по постоянному току.

От параметров катушки индуктивности зависят также пульсации выходного напряжения, складывающиеся из двух компонентов: пульсации на емкости выходного конденсатора V_{pp_Cn} и пульсации на последовательном сопротивлении выходного конденсатора V_{pp_ESR} . Разница фаз между данными пульсациями составляет 90° , поэтому итоговая пульсация выходного напряжения определяется по формуле:

$$V_{pp} = \sqrt{V_{pp_Cn}^2 + V_{pp_ESR}^2} \quad (8)$$

Пульсация V_{pp_Cn} определяется по формуле:

$$V_{pp_Cn} = V_{out} \frac{t_{off}^2}{2C_n L} \quad (9)$$

исходя из которой для заданного коэффициента пульсаций $K_{pp} = \frac{V_{pp}}{V_{out}}$ определяется максимально допустимое время открытого состояния транзистора нижнего плеча:

$$t_{off} \leq \sqrt{2C_n L K_{pp}}. \quad (10)$$

Пульсация V_{pp_ESR} определяется по формуле:

$$V_{pp_ESR} = I_{pp} R_{ESR} = \frac{V_{out} t_{off}}{L} R_{ESR}, \quad (11)$$

исходя из которой для заданного коэффициента пульсаций K_{pp} определяется второе ограничение для времени открытого состояния транзистора нижнего плеча:

$$t_{off} \leq \frac{K_{pp} L}{R_{ESR}}. \quad (12)$$

Основные рекомендуемые ограничения при выборе параметров схемы:

- R_{toff} – от 30 кОм до 400 кОм;
- LIR – не более 0,25;
- f_{sw} – от 200 кГц до 600 кГц;
- L – от 2,2 мкГн до 6,8 мкГн, R_L – минимально возможное;
- t_{on} – не менее 100 нс.

Время включенного состояния силового ключа верхнего плеча t_{on} определяется по следующей формуле:

$$t_{on} = \frac{t_{off}}{\left(\frac{V_{in}}{V_{out} + 1.2R_{sw}I_{out}} - 1\right)} = \frac{V_{out} + 1.2R_{sw}I_{out}}{V_{in}f_{sw}}. \quad (13)$$

Пример расчетных областей допустимых значений параметров схемы при $L = 6,8$ мкГн приведены на следующих рисунках 3-5.

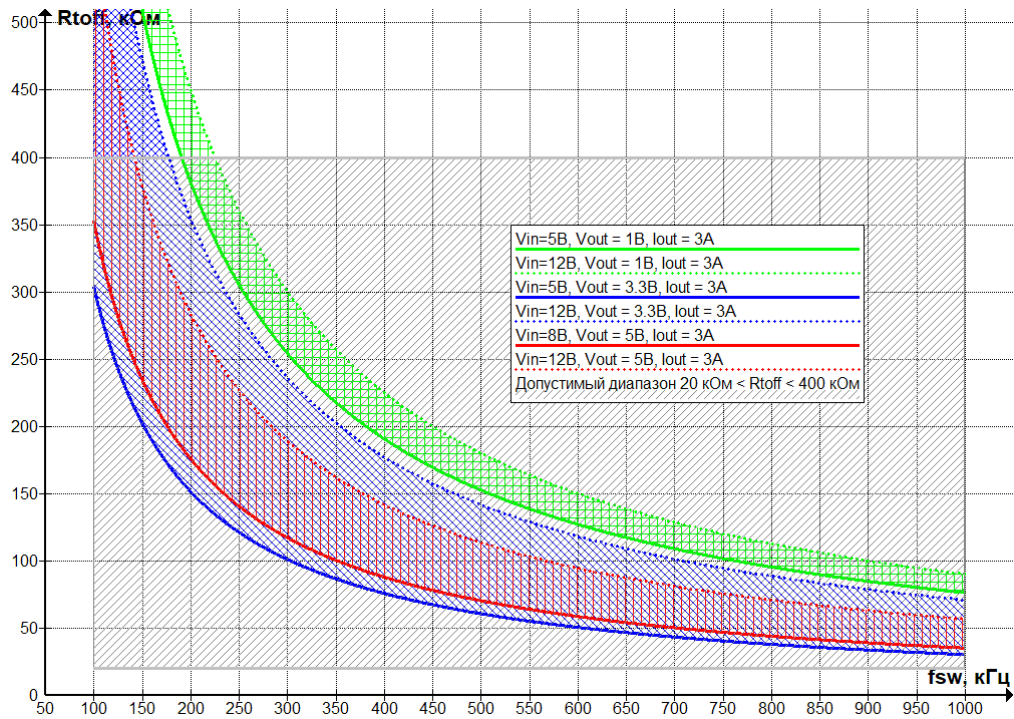


Рисунок 3 – Пример областей допустимых значений f_{sw} с учетом ограничений на R_{toff} при $L = 6,8\ \mu\text{Гн}$

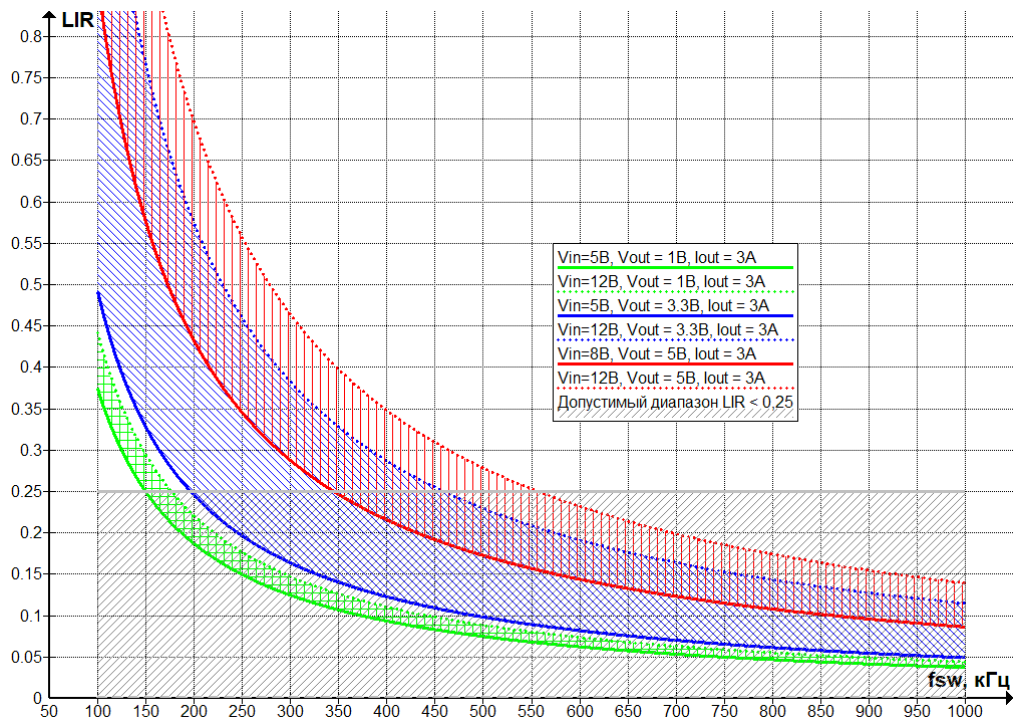


Рисунок 4 – Пример областей допустимых значений f_{sw} с учетом ограничений на LIR при $L = 6,8\ \mu\text{Гн}$

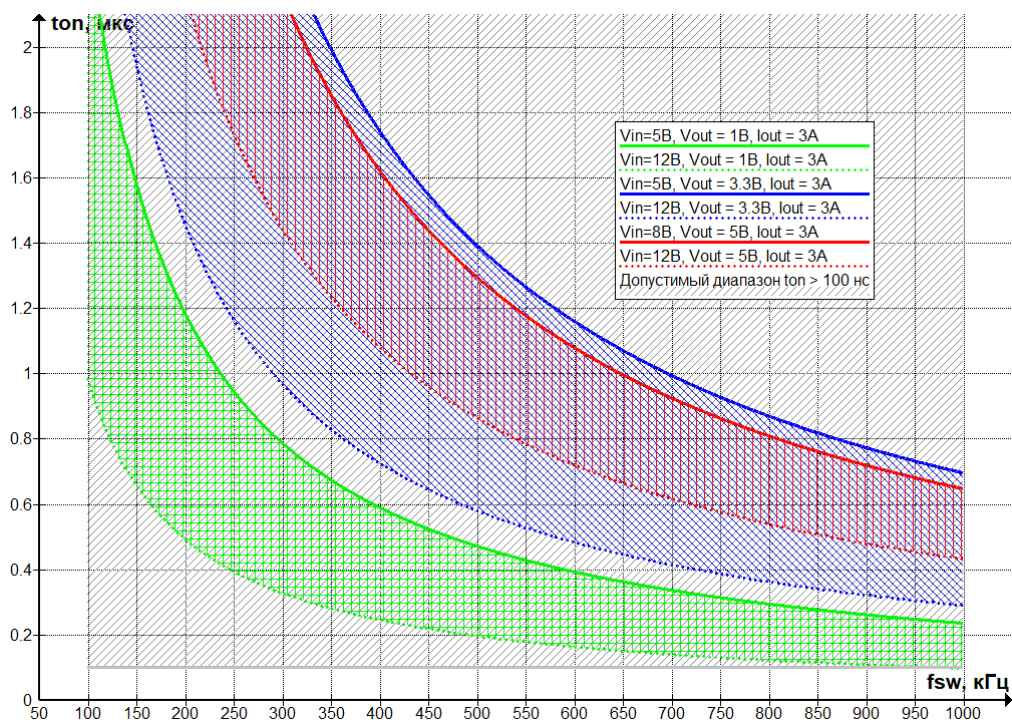


Рисунок 5 – Пример областей допустимых значений f_{sw} с учетом ограничений на t_{on} при $L = 6,8$ мкГн

5.6 Выбор параметров цепи компенсации

Параметры элементов цепи компенсации определяются по следующим формулам:

$$R_k = \frac{2\pi C_n T_r f_{cross}}{A_i} \left(1 + \frac{R_{fb_lx}}{R_{fb}} \right), \quad (14)$$

где C_n – емкость нагрузки;

$T_r = 0,45$ – коэффициент передачи тока в напряжение;

f_{cross} – частота среза, рекомендуется $f_{cross} = \frac{f_{sw}}{20}$;

$A_i = 812$ мкА/В – коэффициент усиления по току усилителя ошибки.

$$C_k = \frac{R_n C_n}{R_k} = \frac{C_n V_{out}}{R_k I_{out_max}} = \frac{V_{ref} A_i}{2\pi f_{cross} I_{out_max} T_r}, \quad (15)$$

$$C_{hf} = \frac{R_{ESR} C_n C_k}{R_k C_k - R_{ESR} C_n}, \quad (16)$$

где R_{ESR} – внутреннее сопротивление выходного конденсатора C_n .

Пример выбора параметров внешних компонентов в зависимости от напряжения питания и выходного напряжения для типовых применений приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Пример выбора параметров внешних компонентов в зависимости от напряжения питания и выходного напряжения

V_{in} , В	V_{out} , В	I_{out} , А	f_{sw} , кГц	R_{toff} , кОм	L, мкГн	R_L , мОм	K_{pp_Vout} , %	R_k , кОм	C_k , нФ	C_{hf} , пФ	LIR	C_{ss_min} , нФ	
5	1	1	700	113	4,7	8	1,3	13,5	7,4	414	0,24	1	
			1000	79	3,3	6	1,3	19,3	5,2	289	0,24		
		3	500	153	2,2	4	3,7	9,7	3,4	652	0,23		
			1000	76	1	1,8	4,1	19,3	1,7	326	0,25		
	3,3	1	600	55	6,8	12	0,4	38,3	8,6	141	0,27		3
			1000	33	4,7	8	0,4	63,8	5,2	84	0,23		
		3	200	152	6,8	12	1,2	12,8	8,6	436	0,25		
			600	51	2,2	4	1,2	38,3	2,9	145	0,25		
1000	30	1,5	2,6	1,1	63,8	1,7	87	0,22					
8	5	1	1000	37	6,8	12	0,3	96,7	5,2	55	0,27	5	
			350	101	6,8	12	0,8	33,8	4,9	162	0,25		
			600	59	4,7	8	0,7	58,0	2,9	94	0,21		
			1000	35	3,3	6	0,6	96,7	1,7	57	0,18		
12	1	1	500	182	6,8	12	1,4	9,7	10,3	579	0,27	1	
			750	122	4,7	8	1,4	14,5	6,9	386	0,26		
		3	500	180	3,3	6	2,9	9,7	3,4	652	0,18		
			1000	90	1,2	2	4,0	19,3	1,7	326	0,25		
	3,3	3	500	142	6,8	12	1,1	31,9	3,4	175	0,23	3	
			1000	71	3,3	6	1,1	63,8	1,7	87	0,24		
	5	3	600	95	6,8	12	0,7	58,0	2,9	94	0,23	5	
				1000	57	4,7	8	0,6	96,7	1,7	57		0,20

6 Типовая схема включения

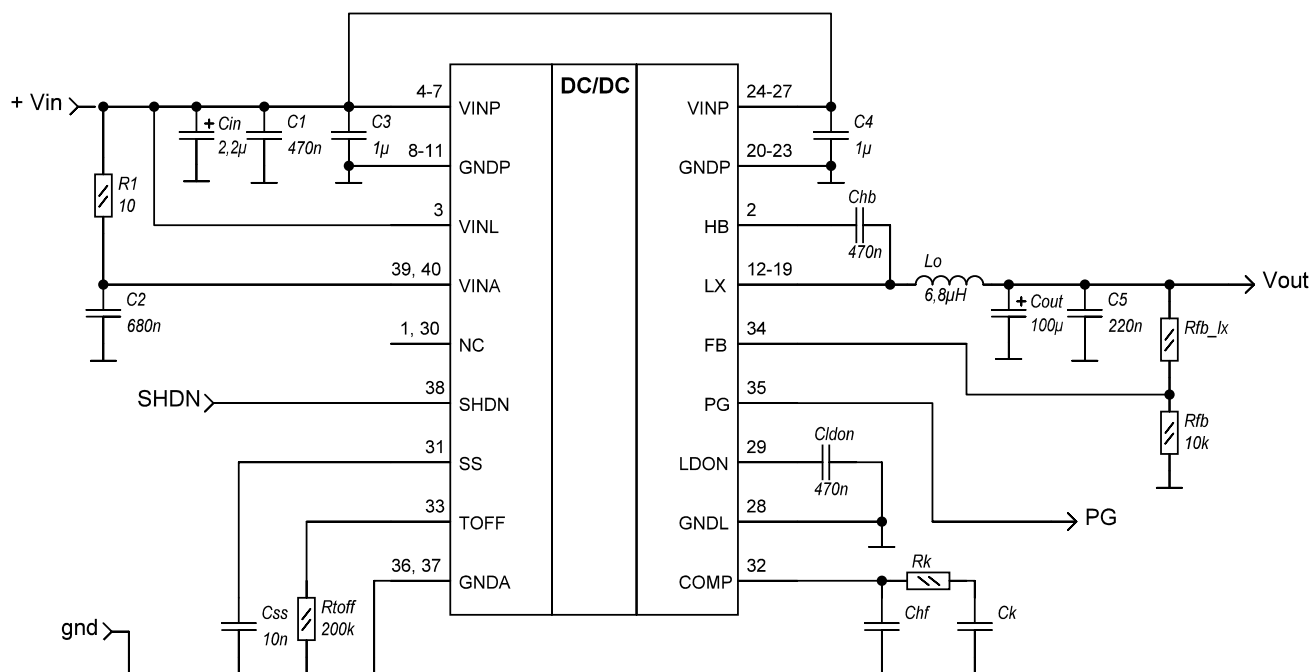


Рисунок 6 – Типовая схема включения микросхем (ОКР «Источник-3А») в корпусе 5164.40-1H3

- L_0 – индуктивность дросселя согласно формуле (5), $DCR \leq 20 \text{ мОм}$;
 C_{in} – танталовый конденсатор емкостью $2,2 \text{ мкФ} \pm 5 \%$, 25 В ;
 C_1, C_{hb}, C_{ldon} – керамические конденсаторы емкостью $470 \text{ нФ} \pm 5 \%$;
 C_2 – керамический конденсатор емкостью $680 \text{ нФ} \pm 5 \%$;
 C_3, C_4 – керамические конденсаторы емкостью $1,0 \text{ мкФ} \pm 5 \%$;
 C_{out} – электролитический конденсатор емкостью $100 \text{ мкФ} \pm 5 \%$, 16 В , $ESR \leq 50 \text{ мОм}$;
 C_5 – керамический конденсатор емкостью $220 \text{ нФ} \pm 5 \%$;
 C_{ss} – керамический конденсатор емкостью $10 \text{ нФ} \pm 5 \%$;
 C_k – керамический конденсатор с емкостью, рассчитанной по формуле (15);
 C_{hf} – керамический конденсатор с емкостью, рассчитанной по формуле (16);
 R_1 – резистор сопротивлением $10 \text{ Ом} \pm 1 \%$, $0,125 \text{ Вт}$;
 R_{TOFF} – резистор сопротивлением, рассчитанным по формуле (4);
 R_{FB} – резистор сопротивлением $10 \text{ кОм} \pm 0,1 \%$, $0,125 \text{ Вт}$;
 R_{FB_LX} – резистор сопротивлением, рассчитанным по формуле (1);
 R_k – резистор сопротивлением, рассчитанным по формуле (14).

7 Типовые зависимости

Раздел находится в разработке.

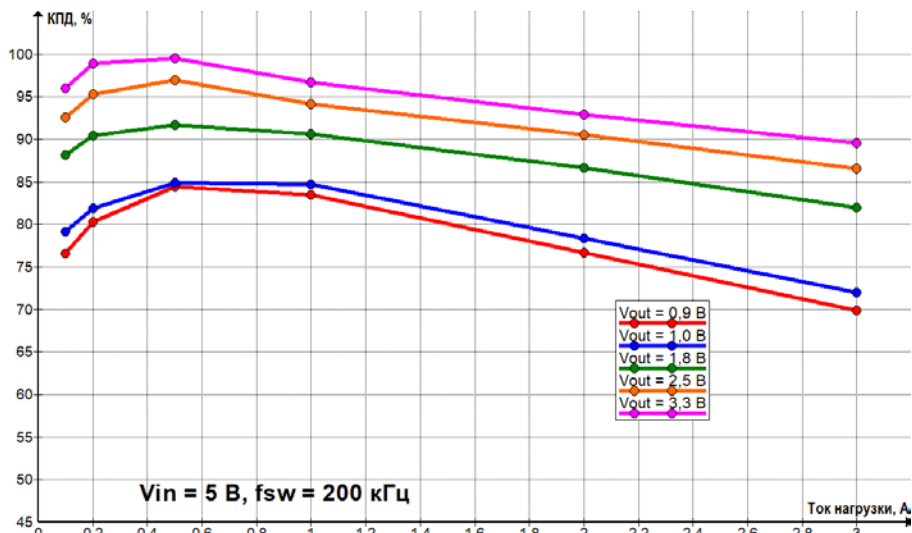


Рисунок 7 – Расчетные зависимости КПД от тока нагрузки при $U_1 = 5\text{ В}$. Зависимости будут уточнены по результатам испытаний опытных образцов

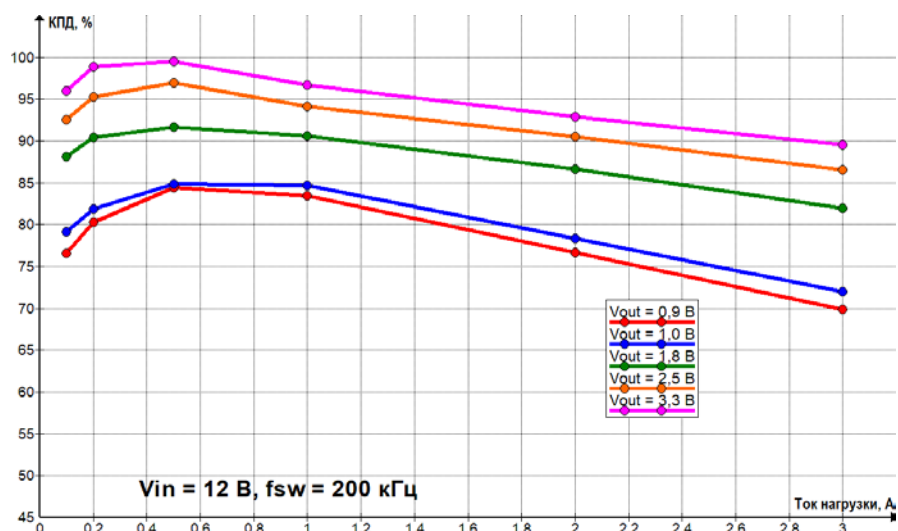


Рисунок 8 – Расчетные зависимости КПД от тока нагрузки при $U_1 = 12\text{ В}$. Зависимости будут уточнены по результатам испытаний опытных образцов

8 Электрические параметры микросхемы

Таблица 3 – Электрические параметры микросхем при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 0\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $\text{SHDN} = U_I$; $I_O = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{\text{sw}} = 200-600\ \text{кГц}$	U_O	0,87	0,93	25, 85, – 60
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 1,11\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $\text{SHDN} = U_I$; $I_O = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{\text{sw}} = 200-600\ \text{кГц}$	U_O	0,97	1,03	25, 85, – 60
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 10\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $\text{SHDN} = U_I$; $I_O = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{\text{sw}} = 200-600\ \text{кГц}$	U_O	1,75	1,85	25, 85, – 60
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 17,8\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $\text{SHDN} = U_I$; $I_O = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{\text{sw}} = 200-600\ \text{кГц}$	U_O	2,42	2,58	25, 85, – 60
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 26,7\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $\text{SHDN} = U_I$; $I_O = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{\text{sw}} = 200-600\ \text{кГц}$	U_O	3,2	3,4	25, 85, – 60

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение, В, при $R_{FB\ LX} = 45,55\ \text{кОм}$, $U_I = 7,2-13,2\ \text{В}$, $SHDN = U_I$; $I_o = 0,5-3,0\ \text{А}$; $f_{sw} = 200-600\ \text{кГц}$	U_o	4,85	5,15	25, 85, – 60
КПД, при $U_I = 5\ \text{В}$, $U_o = 1\ \text{В}$, $I_o = 1\ \text{А}$, $R_{TOFF} = 200\ \text{кОм}$, $T_{\text{корпуса}} \text{ не более } 105\ \text{°С}$	КПД	0,83*	–	25, 85, – 60
Ток потребления, мкА, в состоянии «Выключено», при $R_{FB\ LX} = 1,1\ \text{кОм}$, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $SHDN = 0$	I_{ccz}	–	100	25, 85, – 60
Ток потребления, мА, в режиме холостого хода, при $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $SHDN = U_I$, $R_{FB\ LX} = 1,1\ \text{кОм}$, $R_{toff} = 200\ \text{кОм}$, $R_k = 10\ \text{кОм}$, $C_k = 10\ \text{нФ}$, $C_{hf} = 680\ \text{пФ}$. $I_o = 0$	I_{ccq}	–	3	25, 85, – 60
Ток срабатывания схемы защиты, А, $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$; $SHDN = U_I$, $R_{FB\ LX} = 1,1\ \text{кОм}$, $R_{toff} = 200\ \text{кОм}$, $R_k = 10\ \text{кОм}$, $C_k = 10\ \text{нФ}$, $C_{hf} = 680\ \text{пФ}$	I_{lk}	4,0	6,0	25, 85, – 60
Ток утечки высокого уровня на входе, нА, на цифровом входе SHDN при $U_I = 4,3-13,2\ \text{В}$, $SHDN = U_I$	I_{ILH_SHDN}	–	500	25, 85, – 60

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Ток утечки низкого уровня на входе, нА, на цифровом входе SHDN при $U_i = 4,3-13,2$ В, SHDN = 0 В	I_{ILL_SHDN}	-800	10	25, 85, – 60
Ток утечки низкого уровня на выходе, мкА, на выводе LX, при $U_i = 4,3-13,2$ В, SHDN = 0, $U_{LX} = 0$, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ	I_{OLL_LX}	– 10	1	25, 85, – 60
Ток утечки высокого уровня на выходе, мкА, на выводе LX, при $U_i = 4,3-13,2$ В, SHDN = 0, $U_{LX} = U_i$, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ	I_{OLH_LX}	– 1	10	25, 85, – 60
Входной ток, нА, на выводе FB, при $U_i = 4,3-13,2$ В; $U_{FB} = 1,2$ В, SHDN = U_i	I_{L_FB}	–	300	25, 85, – 60
Время сохранения сигнала, мкс, при $U_i = 4,3-13,2$ В; $I_o = 1$ А, $R_{FB\ LX} = 1,1$ кОм, $R_t = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ	t_{OFF}	1,8	2,3	25, 85, – 60
<p>Примечание – Точка измерения выходного напряжения U_o находится после дросселя. * – КПД будет уточнен по результатам испытаний опытных образцов При указанном диапазоне среды температура корпуса не должна превышать 105 °С, для чего суммарное время измерения одной ИС не должно быть более 1 мин.</p>				

Микросхемы должны быть устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 2 000 В.

9 Предельно-допустимые и предельные параметры

Таблица 4 – Предельно-допустимые электрические режимы эксплуатации и предельные электрические режимы микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное Обозначение параметра	Норма параметра			
		Предельно- допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Входное напряжение на входах VIN, В	U_{IIN}	4,3	13,2	–	15,0
Входное напряжение низкого уровня, В, на выводе SHDN,	U_{IL}	0	$0,1 * U_{IIN}$	-0,3	$U_{IIN}+0,3$
Входное напряжение высокого уровня, В, на выводе SHDN,	U_{IH}	$0,9 * U_{IIN}$	U_{IIN}	-0,3	$U_{IIN}+0,3$
Входное напряжение на выводе FB, В	U_{IFB}	0	5	-0.3	6.0
Входное напряжение на выводе SS, В	U_{ISS}	0	5	-0.3	6.0
Входное напряжение на выводе PG, В	U_{IPG}	0	5	-0.3	6.0
Входное напряжение на выводе TOFF, В	U_{ITOFF}	0	5	-0.3	6.0
Максимальный выходной ток, А	I_{Omax}	–	3,0	–	3,45
Частота коммутации, кГц	f_s	100	800	–	–
<p><i>Примечание</i> Не допускается одновременное воздействие нескольких предельных режимов</p>					

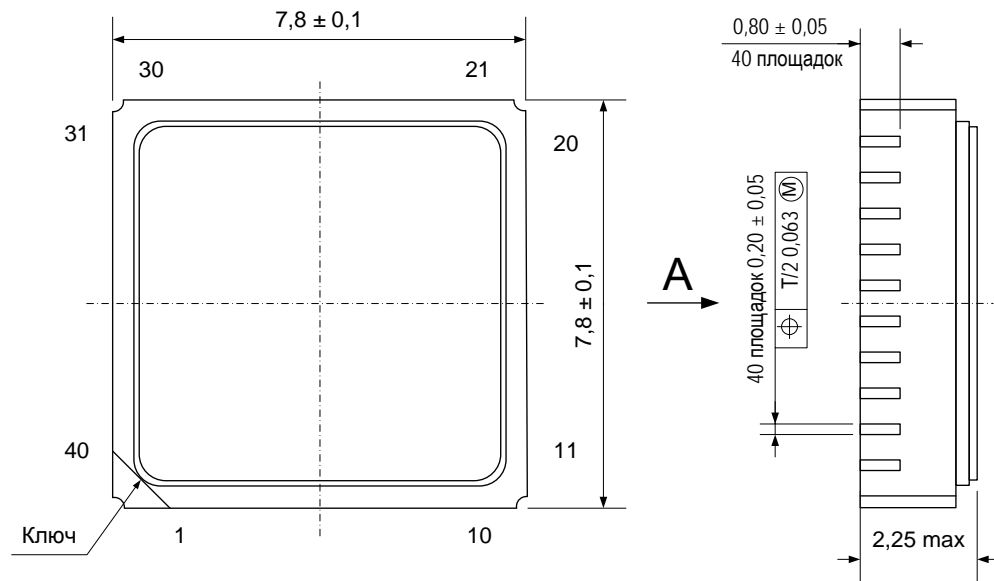
10 Справочные данные

Таблица 5 – Справочные параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения		Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °C
			не менее	не более	
Сопrotивление в открытом состоянии транзистора верхнего плеча, мОм, при $I_o = -3$ А, $T_{корпуса}$ не более 105 °C	$U_i = 12$ В	$R_{ON, UP}$	–	165*	25, 85, минус 60
Сопrotивление в открытом состоянии транзистора нижнего плеча, мОм, при $I_o = 3$ А, $T_{корпуса}$ не более 105 °C	$U_i = 12$ В	$R_{ON, LOW}$	–	120*	25, 85, минус 60
Величина пульсаций выходного напряжения, мВ, при $U_i = 4,3-13,2$ В, $U_o = 1$ В, $I_o = 3$ А, $L = 6,8$ мкГн, $C_n = 100$ мкФ, $ESR_{C_n} = 53$ мОм, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $Ch_f = 680$ пФ		V_{RIPPLE}		25	25, 85, минус 60
Пороговое напряжение системы защиты от пониженного входного напряжения, В, при $U_i = 3,5..4,5$ В, $SHDN = U_i$, $V_{ss} = 2$ В, $U_{FB} = 2$ В, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $Ch_f = 680$ пФ		$V_{th_UVLO_ris}$	3,9	4,3	25, 85, минус 60
		$V_{th_UVLO_fal}$	3,7	4,2	
		$V_{th_UVLO_hyst}$		0,3	
Пороговое напряжение по входу SHDN, В, при $U_i = 4,3-13,2$ В, $U_{FB} = 2$ В, $V_{ss} = 2$ В, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $Ch_f = 680$ пФ		$U_{th_SHDN_ris}$	0,8	1,5	25, 85, минус 60
		$U_{th_SHDN_fal}$	0,5	1,0	
		$U_{th_SHDN_hyst}$		0,6	

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °C
		не менее	не более	
Ток зарядки конденсатора плавного старта на выводе SS, мкА, при $U_I = 4,3-13,2$ В, SHDN = U_I , $V_{SS} = 0$, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ, $U_{FB} = 0$ В	I_{SS}	6	13	25, 85, минус 60
Задержка запуска при подаче разрешающего сигнала на вход SHDN до появления сигнала на выходе PG, мс, при $U_I = 4,3-13,2$ В, $U_O = 1$ В, $I_O = 3$ А, SHDN = 0 -> 5 В, $C_{SS} = 1$ нФ, $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ	t_{ON}		1	25, 85, минус 60
Выходное напряжение на выводе LDON относительно вывода земли GNDL во включенном состоянии, В, при $U_I = 4,3-13,2$ В, $U_O = 1$ В, $I_O = 3$ А, SHDN = U_I , $R_{toff} = 200$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $C_k = 10$ нФ, $C_{hf} = 680$ пФ	V_{LDON_ON}	4,0	5,5	25, 85, минус 60
Тепловой порог отключения (по температуре кристалла), °C	T_{SHDN_OFF}	150*	160*	—
Тепловой порог включения (по температуре кристалла), °C	T_{SHDN_ON}	130*	145*	—
Гистерезис защиты от перегрева, °C	T_{SHDN_HYST}		15*	—
Тепловое сопротивление корпуса, °C/Вт	R_t		5*	—
<p>Примечание:</p> <p>* – параметры R_{ON_UP}, R_{ON_LOW}, T_{SHDN_OFF}, T_{SHDN_ON}, T_{SHDN_HYST}, R_t будут уточнены по результатам испытаний опытных образцов</p> <p>При указанном диапазоне среды температура корпуса не должна превышать 105°C, для чего суммарное время измерения одной ИС не должно быть более 1 мин.</p>				

11 Габаритный чертеж микросхемы



A

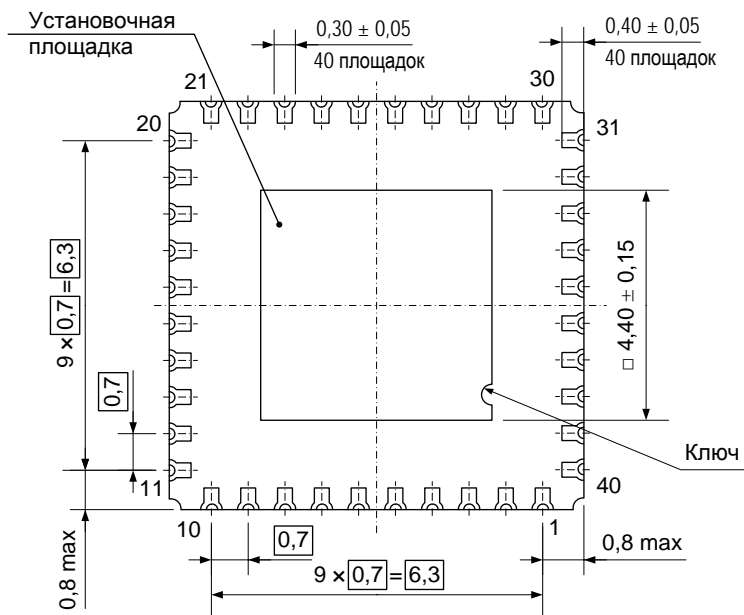


Рисунок 9 – Микросхема в корпусе 5164.40-1НЗ

12 Информация для заказа

В разработке

Микросхемы с приемкой «ВП» маркируются ромбом.
Микросхемы с приемкой «ОТК» маркируются буквой «К».

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменения	№№ изменяемых листов
1	11.07.2019	0.9	Введена впервые	