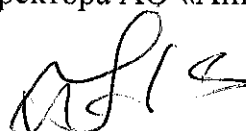


УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора АО «Ангстрем»



Н.И. Плис

« 14 » 02 20 г.

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

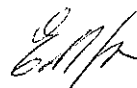
К5023НА024

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТ

ПАКД.431324.011Д1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Зач. 06.03.23			

Главный конструктор ОКР



Е.А. Трудновская

« 13 » 02 2023 г.

НАЗНАЧЕНИЕ, СХЕМО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Интегральные микросхемы K5023HA024 – 8-ми разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с параллельным интерфейсом данных, предназначены для применения в радиоэлектронной аппаратуре специального назначения.

Микросхемы изготовлены по интегральной биполярной технологии на эпитаксиальной структуре со скрытыми слоями, с проектными топологическими нормами 3 мкм и одним слоем металла.

Микросхемы ЦАП K5023HA024 преобразуют цифровой 8-ми разрядный код, поступающий на параллельный интерфейс в выходной ток.

Количество элементов в микросхеме – 186.

Конструктивное исполнение микросхемы в корпусе 4307.16-B – рисунок 1.

Электрические параметры микросхем K5023HA024 при приёмке и поставке приведены в таблице 1.

Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем K5023HA024 в диапазоне рабочих температур среды приведены в таблице 2.

Структурная электрическая схема микросхемы приведена на рисунке 2.

Условное графическое обозначение приведено на рисунке 3.

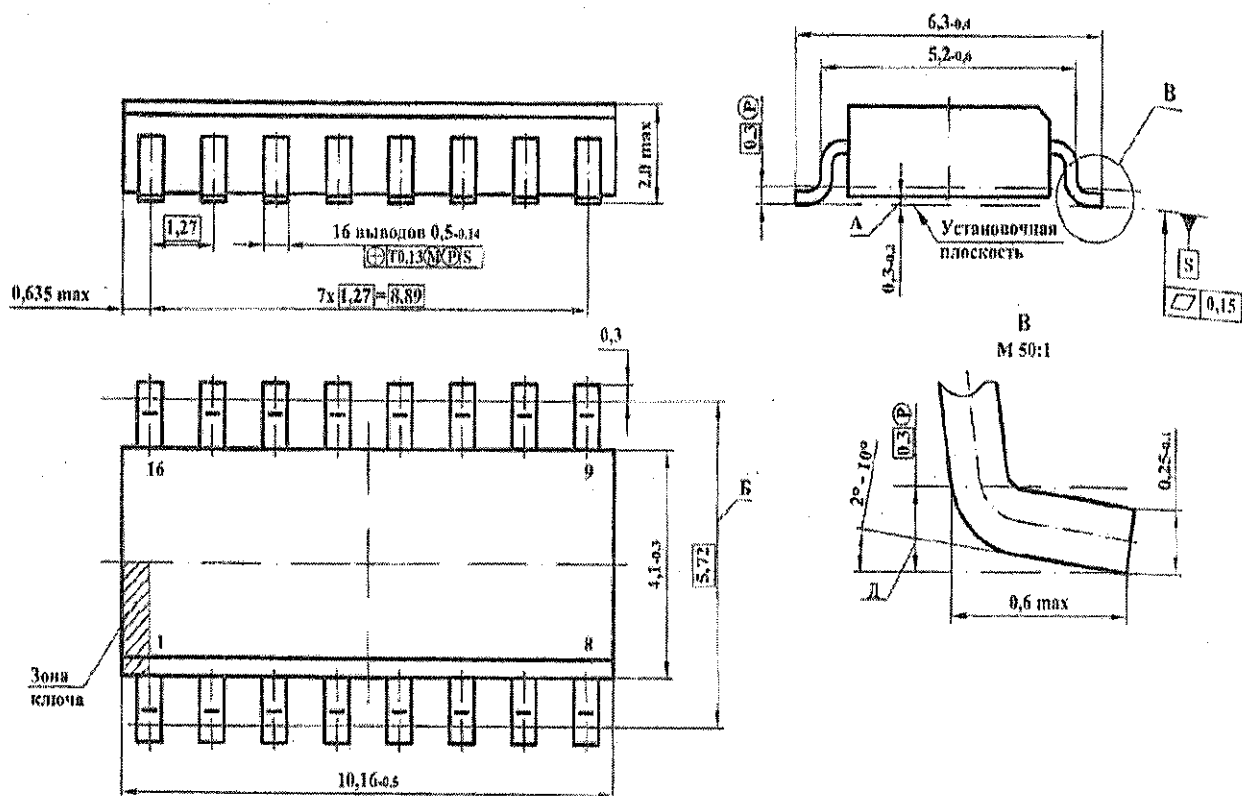
Нумерация, обозначение и наименование выводов микросхемы приведены в таблице 3.

Микросхемы K5023HA024 поставляются в соответствии с АДКБ.431320.336ТУ.

Предприятие разработчик и изготовитель – АО «Ангстрем».

Перв. примен.		ПАКД.431324.011	
Справ. №			
Подп. и дата	Взам. инв №	Инв. № дубл	Подп. и дата
02.02.23			
Инв № подл	ПАКД.431324.011Д1		
108928	Изм	Лист	№ докум.
	Разраб.	Сладков	Подп.
	Пров.	Лапшина	Дата
	Н.контр.	Дронов	
Микросхемы интегральные K5023HA024			
Справочный лист			
Лит.	Лист	Листов	
A	2	34	
АО «Ангстрем»			

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ



Пластиковый корпус 4307.16-B
 Масса микросхемы не более 0,3 г
 Габаритный чертеж У80.073.436ГЧ

Рисунок 1 – Конструктивное исполнение микросхемы К5023НА024 в корпусе 4307.16-B

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата
108928	Зачел 06.03.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				3

Т а б л и ц а 1 – Электрические параметры микросхем K5023HA024 при приёмке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °C
		не менее	не более	
1	2	3	4	5
1 Диапазон изменения выходного напряжения, В, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $E_R \leq 0,19\%$ $U_{CC2}=-5\text{ В}$, $I_{VREF+}=1\text{ мА}$ $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=1\text{ мА}$	U_O	-0,55 -5,0	0,4 0,4	25±10
2 Входной ток высокого уровня цифровых входов, мА, при $U_{IH}=5\text{ В}$, $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	I_{IH}	- -	0,03 0,04	25±10 -60 85
3 Входной ток низкого уровня цифровых входов, мА, при $U_{IL}=0,8\text{ В}$, $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	I_{IL}	- -	-0,7 -0,8	25±10 -60 85
4 Смещение опорного входного тока, мкА, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	I_{VREF-}	- -	-1,5 -3,0	25±10 -60 85
5 Диапазон выходных токов, мА, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-5\text{ В}$ и [$U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$]	I_{OR}	0 0	2,1 2,1 [4,2]	25±10 -60 85
6 Выходной ток при высоком уровне входных сигналов, мА, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $U_{IH}=5\text{ В}$ на входах (A1 – A8), $U_{REF+}=2\text{ В}$, $R_{REF+}=1\text{ 000 Ом}$	I_{O_FS}	1,93 1,9	2,07 2,1	25±10 -60 85
7 Выходной ток при низком уровне входных сигналов, мкА, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $U_{IL}=0,8\text{ В}$ на входах (A1 – A8), $U_{REF+}=2\text{ В}$, $R_{REF+}=1\text{ 000 Ом}$	I_{O_ZS}	- -	3 4	25±10 -60 85
8 Ток потребления от источника U_{CC1} , мА, при $U_{IL}=0,8\text{ В}$ на входах (A1 – A8), $U_{CC1}=5,5\text{ В}$, $U_{CC2}=-16,5\text{ В}$, $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$ и $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-5\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	I_{CC1}	- -	8 20	25±10 -60 85
9 Ток потребления от источника U_{CC2} , мА, при $U_{IL}=0,8\text{ В}$ на входах (A1 – A8), $U_{CC1}=5,5\text{ В}$, $U_{CC2}=-16,5\text{ В}$, $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$ и $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-5\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	I_{CC2}	- -	-8 -12	25±10 -60 85
10 Время установления сигнала до $\frac{1}{2} EMP^{(1)}$, нс, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	t_s	-	360	25±10
11 Время задержки распространения сигнала, нс, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	t_{PLH}, t_{PHL}	-	100	25±10
12 Дрейф выходного тока полной шкалы, $млн^{-1}/^{\circ}C$, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	TCL_O	-20	20	25±10 -60 85
13 Относительная погрешность, %, при $U_{CC1}=5\text{ В}$, $U_{CC2}=-15\text{ В}$, $I_{VREF+}=U_{REF+}/R_{REF+}=2\text{ мА}$	E_r	-0,17 -0,19	0,17 0,19	25±10 -60 85

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	Буд/06.03.93			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.431324.011Д1	Лист
						4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
14 Скорость нарастания опорного тока, мА/мкс, при $U_{CC1} = 5 \text{ В}$, $U_{CC2} = -15 \text{ В}$	SRI_{REF}	4	—	25 ± 10 —60 85
15 Коэффициент влияния неустойчивости напряжения источника питания U_{CC2} на выходной ток, мкА/В, при $U_{CC1} = 5 \text{ В}$, $-5 \text{ В} \leq U_{CC2} \leq -16,5 \text{ В}$, $I_{VREF+} = U_{REF+}/R_{REF+} = 2 \text{ мА}$	$PSRR(-)$	—	2,5	25 ± 10
		—	2,7	—60 85

¹⁾ Включая t_{PLH} .

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	Иванов 06.03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ПАКД.431324.011Д1	Лист
						5

Т а б л и ц а 2 – Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации
микросхем К5023НА024 в диапазоне рабочих температур среды

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение	Предельно-допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В	U_{CC1}	4,5	5,5	4,0	17
Напряжение питания, В	U_{CC2}	-16,5	-4,5	-17,0	-4,0
Входное напряжение высокого уровня на входах (A1 – A8), В	U_{IH}	2	–	–	5,5 но не более 17,0
Входное напряжение низкого уровня на входах (A1 – A8), В	U_{IL}	–	0,8	-5	–
Напряжение на входах опорного усилителя, В	U_{IREF+}, U_{IREF-}	-16,5	5,5	-17	17

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	Бучи 06.03.23			
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				6

Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия по ГОСТ 18725.

Требования к устойчивости при климатических воздействиях

Климатические воздействия по ГОСТ 18725 со следующими уточнениями:

- пониженная рабочая температура средыминус 60 °С;
- повышенная рабочая температура среды 85 °С;
- повышенная предельная температура среды 125 °С;
- изменение температуры среды в пределах от минус 60 °С до 125 °С.

Требования по устойчивости к воздействию статической пыли не предъявляют.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	Бурд06.03.23			
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				7

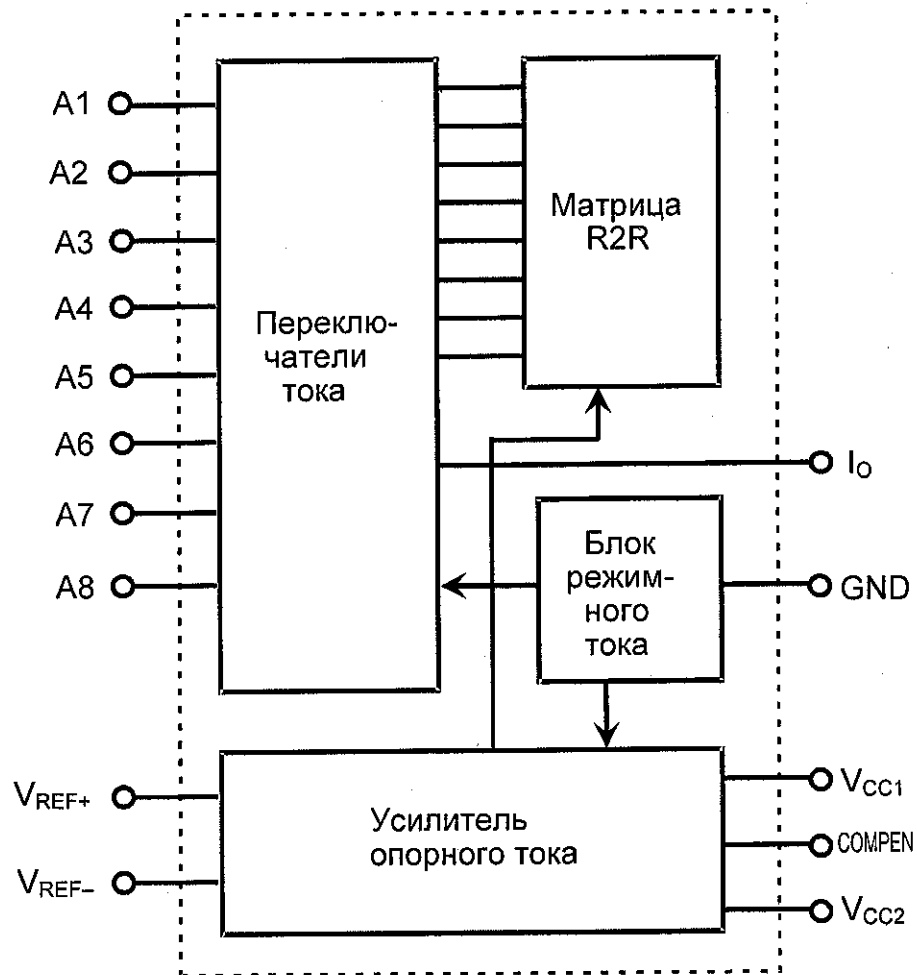
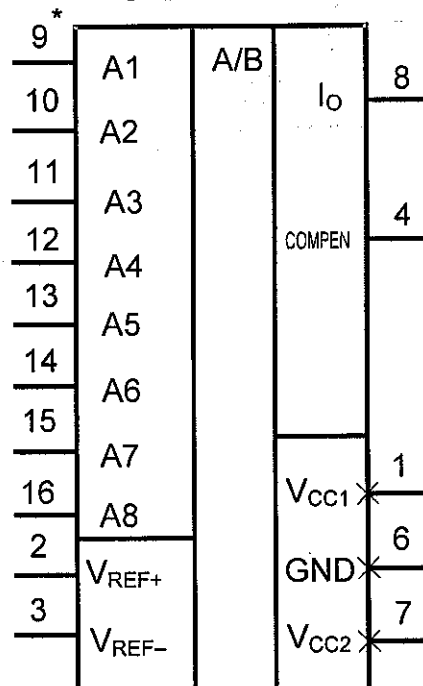


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная микросхем К5023НА024

Условное графическое обозначение



* нумерация выводов в корпусе 4307.16-B

Рисунок 3 – Условное графическое обозначение микросхем К5023НА024

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	Бучилов 03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
8

Копировал

Формат А4

Т а б л и ц а 3 – Нумерация, обозначение, функциональное назначение выводов
микросхем К5023НА024

Номер вывода в корпусе 4307.16-В	Обозначение	Назначение
1	V _{CC1}	Вывод питания от источника положительного напряжения
2	V _{REF+}	Вывод положительного источника опорного напряжения
3	V _{REF-}	Вывод отрицательного источника опорного напряжения
4	COMPEN	Компенсационный вывод
5	NC	Свободный вывод
6	GND	Общий вывод
7	V _{CC2}	Вывод питания от источника отрицательного напряжения
8	I _o	Токовый выход
9	A1	Цифровой вход 1 (старший значащий бит)
10	A2	Цифровой вход 2
11	A3	Цифровой вход 3
12	A4	Цифровой вход 4
13	A5	Цифровой вход 5
14	A6	Цифровой вход 6
15	A7	Цифровой вход 7
16	A8	Цифровой вход 8 (младший значащий бит)

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108928	Юрид 06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.431324.011Д1	Лист
						9

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ

Микросхемы K5023HA024 – 8-ми разрядный ЦАП с параллельным входным интерфейсом и токовым выходом. При подключении внешнего операционного усилителя превращается в ЦАП с выходом по напряжению. Время установления выходного тока полной шкалы 360 нс. Предназначен для преобразования 8-ми разрядного прямого двоичного кода на цифровых входах в ток на аналоговом выходе, который пропорционален значениям входного кода и (или) опорного тока.

Описание узлов 8-разрядного ЦАП

В состав ЦАП входят: прецизионная резистивная матрица типа R-2R, усилители – инверторы для управления токовыми ключами, токовые ключи, выполненные на биполярных транзисторах. Усилитель опорного тока, блок режимного тока.

Преобразование происходит по принципу суммирования двоично-взвешенных токов. Равенство токов в токовых ключах достигнуто за счёт высокой идентичности элементов ИС, а их стабилизация производится от внешнего источника опорного тока.

Для большинства применений дополнительная подстройка опорного тока (I_{REF}) не требуется.

Относительная погрешность преобразования во всем диапазоне от I_{O_ZS} до I_{O_FS} не хуже $\pm 0,19\%$. Уровень «нуля», при $I_{REF} \geq 2$ мА, менее 4 мкА. Токи потребления практически не меняются во всем диапазоне напряжений питания.

ЦАП может быть напрямую подключен к ТТЛ и КМОП логическим выходам и является функциональным аналогом DAC0808 и MC1508.

Рекомендации по применению

Усилитель опорного тока

Усилитель опорного тока обеспечивает преобразование опорного напряжения, подаваемого на резистор R_{VREF+} , подключенный к выводу 2 (V_{REF+}), в ток, а внутреннее «токовое зеркало» отражает этот ток в матрицу резисторов R-2R. Входной ток усилителя опорного тока, I_{VREF+} , всегда должен втекать в вывод 2 (V_{REF+}) вне зависимости от схемы включения или полярности опорного напряжения.

Подключение для использования положительного опорного напряжения показано на рисунке 6. Для биполярных опорных сигналов в режиме умножения R1 может быть подключен к отрицательному опорному напряжению, соответствующему минимальному уровню входного сигнала. R1 можно вовсе исключить, что приведет к небольшим потерям в точности и температурном дрейфе.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
1089988	Ю.И. 06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист

10

Копировал

Формат А4

С увеличением номинала резистора R1, значение емкости компенсационного конденсатора должно быть увеличено для поддержания необходимого запаса по фазе. Для сопротивлений R1: 1 кОм, 2,5 кОм и 5 кОм, минимальные значения емкости: 15 пФ, 37 пФ и 75 пФ соответственно. Компенсационный конденсатор может быть соединен с «землей» или с выводом V_{CC2}, но использование V_{CC2} увеличивает температурный коэффициент влияния отрицательного напряжения питания.

Если планируется использовать отрицательное опорное напряжение, резистор R_{VREF+} должен быть «заземлен», и опорное напряжение подается на R1, как показано на рисунке 7. Основное преимущество такого метода - высокое входное сопротивление входа V_{REF-}. Частотная компенсация, при подключении конденсатора между V_{CC2} и выводом 4 (COMPEN) осуществляется так же, как описано в предыдущем абзаце. Отрицательное опорное напряжение должно превышать U_{CC2} как минимум на 4 В (т.е. если U_{CC2} = (-10 В, напряжение на R1 ≥ (-6 В)).

Биполярный входной сигнал может быть подан путем подключения R_{VREF+} к положительному опорному напряжению, равному пиковому положительному уровню входного сигнала на выводе 3 (V_{REF-}).

В качестве опорного напряжения не рекомендуется использовать уровень логической "1" 5 В. Если все же в качестве опорного используется хорошо отрегулированный источник питания логических микросхем 5 В, то резистор R_{VREF+} должен быть подключен к источнику 5 В через RC цепочку с конденсатором емкостью 0,1 мкФ. Для опорных напряжений выше 5 В, между выводом 2 (V_{REF+}) и «землей» рекомендуется ставить ограничительный диод. Если к выводу 2 (V_{REF+}) подключен транзисторный источник тока с высоким сопротивлением, указанные выше способы компенсации не применяются, и усилитель должен быть хорошо скомпенсирован, что уменьшит общую ширину полосы пропускания.

Точность умножения

Микросхема K5023HA024 может быть использована в режиме умножения с 8-битной точностью, когда опорный ток изменяется в диапазоне 256:1. Если опорный ток в режиме умножения меняется в диапазоне от 16 мкА до 4 мА, дополнительный вклад в погрешность меньше 1,6 мкА.

ЦАП обеспечивает увеличение тока для каждого приращения в двоичном слове. Как правило, K5023HA024 обеспечивает линейную характеристику при всех значениях опорного тока выше 0,5 мА. Рекомендуемый диапазон постоянного опорного тока составляет от 0,5 мА до 4 мА.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	10.02.03.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				11

Диапазон выходных напряжений

Напряжение на выводе 4 (COMPEN) ограничивается диапазоном от $-0,55\text{ В}$ до $0,4\text{ В}$ при $U_{CC2} = -5\text{ В}$, что связано с методами переключения тока, используемыми в K5023HA024. Отрицательное напряжение на выходе увеличивается до -5 В , когда величина отрицательного напряжения питания менее чем -10 В . При токе полной шкалы $1,992\text{ мА}$ и нагрузочном резисторе $2,5\text{ кОм}$, подключенном между выводом 4 (COMPEN) и землей, выходное напряжение будет принимать 256 значений в диапазоне от 0 до $-4,980\text{ В}$. Величина сопротивления нагрузки определяет время переключения. Чем больше величина сопротивления нагрузки тем больше амплитуда напряжения на сопротивлении нагрузки и соответственно больше время переключения. Значения сопротивления нагрузки R_L до 500 Ом существенно не влияют на время переключения, но при сопротивлении $2,5\text{ кОм}$ время установления сигнала увеличивается до $1,2\text{ мкс}$ (когда на всех входах логические "1"). См. последующий раздел "Время установления сигнала" для получения более подробной информации о нагрузке на выходе.

Диапазон выходных токов

Максимальное значение выходного тока $4,2\text{ мА}$ может быть получено только при отрицательном напряжении питания (меньше, чем -8 В) в связи с увеличением падения напряжения на резисторах в усилителе опорного тока.

Время установления сигнала

Наихудший случай переключения, когда на всех входах переход из состояния логического "0" в состояние логической "1". Время переключения составляет, как правило, 360 нс для установления сигнала с точностью до $\pm 1/2\text{ ЕМР}$ для 8-битной точности, и 100 нс - до $1/2\text{ ЕМР}$ для 7 и 6-битной точности. Время выключения обычно менее 100 нс . Эти данные применимы, когда $R_L \leq 500\text{ Ом}$ и $C_O \leq 25\text{ пФ}$. Особое внимание нужно уделять топологии печатной платы, так как это, как правило, является главным фактором для получения удовлетворительных результатов при измерении времени установления сигнала. Конденсатор емкостью 100 нФ фильтра питания и проводники минимальной длины - обязательны.

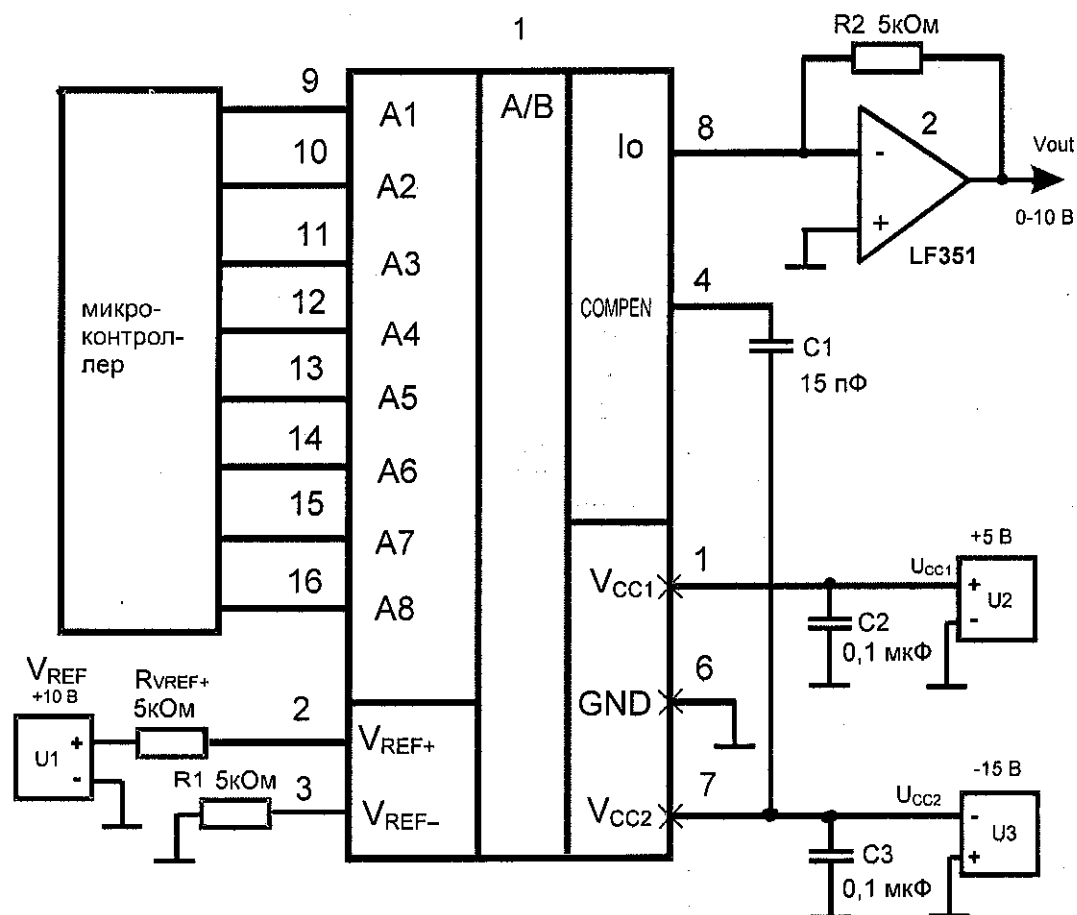
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	
108988	10/06/03.23				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ПАКД.431324.011Д1					Лист
					12

Точность

Абсолютная погрешность является отношением каждого текущего уровня выходного сигнала к расчетному значению, и зависит от относительной погрешности и дрейфа тока полной шкалы. Относительная погрешность является мерой каждого выходного токового уровня как функции тока полной шкалы. Относительная погрешность K5023HA024 практически не меняется при изменении температуры благодаря малому температурному коэффициенту резисторов матрицы R-2R.

Опорный ток может дрейфовать с изменением температуры, что приводит к изменению абсолютной погрешности выходного тока. Тем не менее, у K5023HA024 очень низкий температурный дрейф тока полной шкалы.

Серия K5023HA024 имеет гарантированную точность в пределах $\pm 1/2$ ЕМР при выходном токе полной шкалы 1,992 мА. Это соответствует выходному току опорного усилителя, подаваемому на матрицу резисторов R-2R, 2 мА, с потерей 1 ЕМР (8 мкА). Входной ток на выводе 8 имеет гарантированное значение между 1,9 мА и 2,1 мА, что связано с некоторым несоответствием пары NPN транзисторов источника тока.

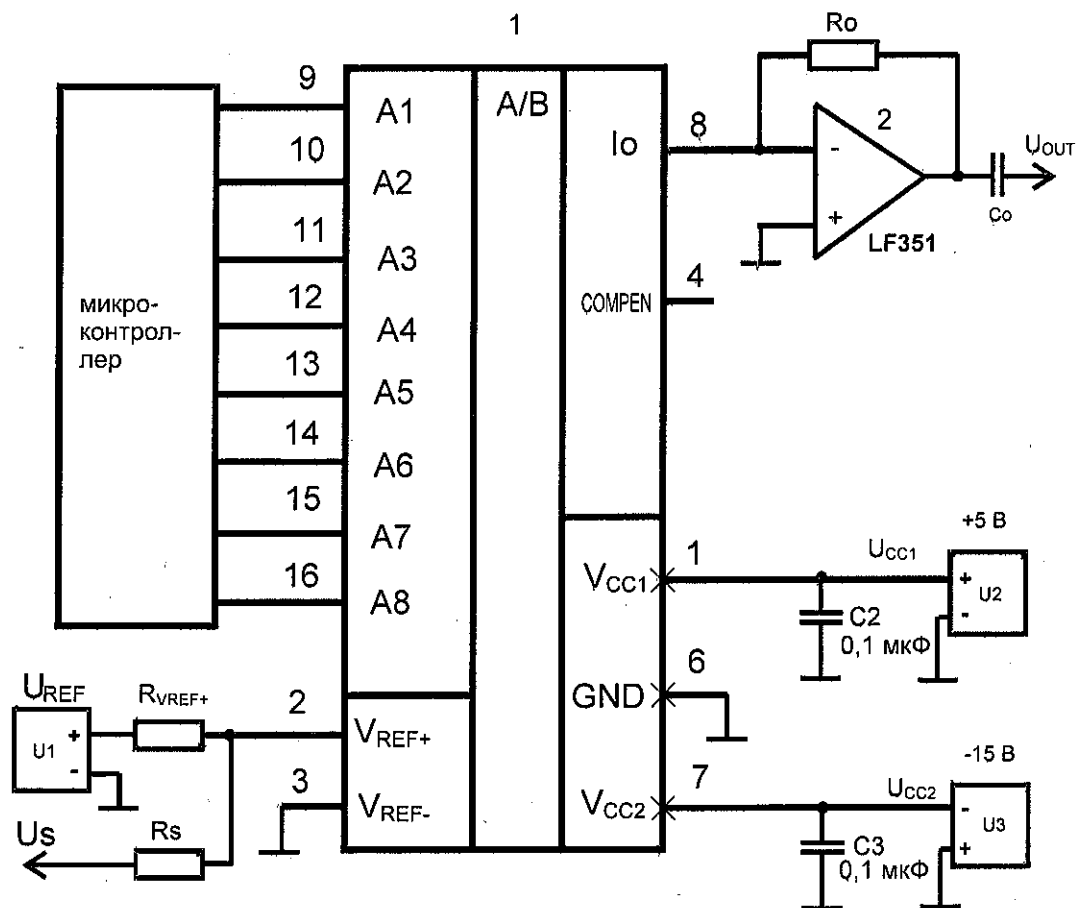


1 – микросхема K5023HA024,
2 – LF351 или аналогичный.

Рисунок 4 – Типовая схема включения K5023HA024
с выходом по напряжению от 0 В до 10 В.

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
1089988	Юнч 06.03.93			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.431324.011Д1	Лист
						13



$$U_{OUT} = [U_{REF}/R_{VREF} + U_s/R_s] \cdot (A) \cdot R_o,$$
 где (A) – коэффициент деления, (значения коэффициента от 1 до 1/256), который зависит от цифровой комбинации на входах A1 – A8.

1 – микросхема K5023HA024.

2 – LF351 или аналогичный.

Рисунок 5 – Схема включения K5023HA024.
 Аттенюатор с управлением по цифровым входам A1 – A8.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108928	Иванов 06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист

14

Копировал

Формат А4

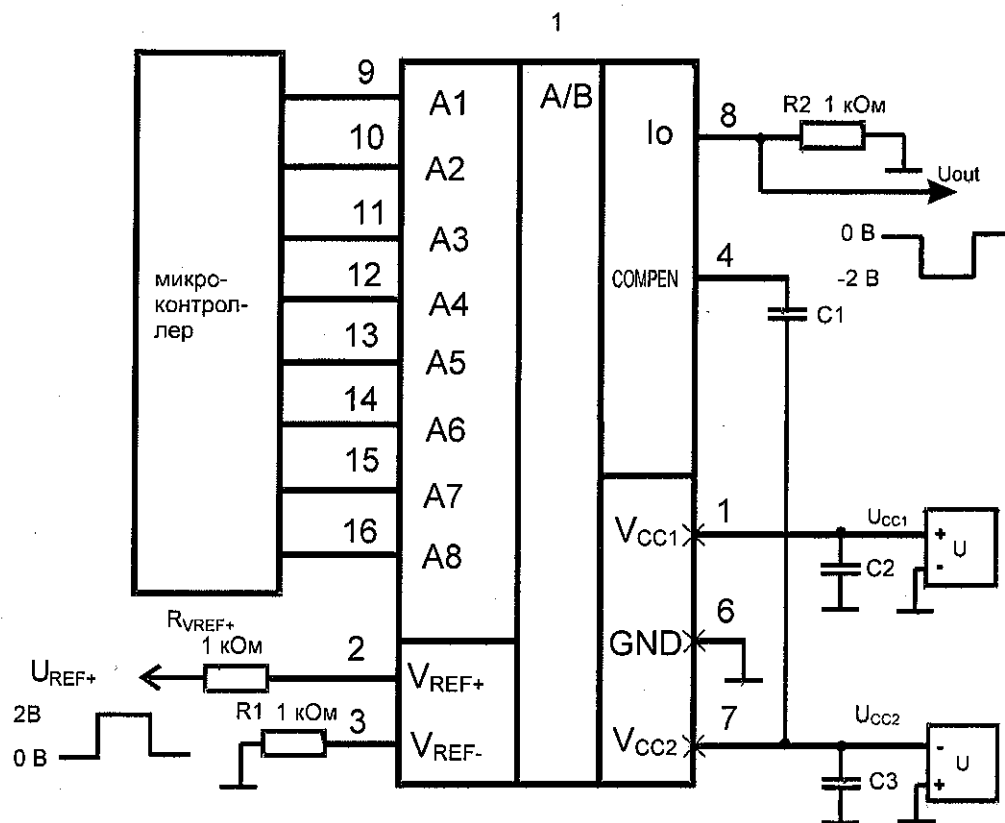


Рисунок 6 – Схема включения К5023НА024 с использованием входа V_{REF+}

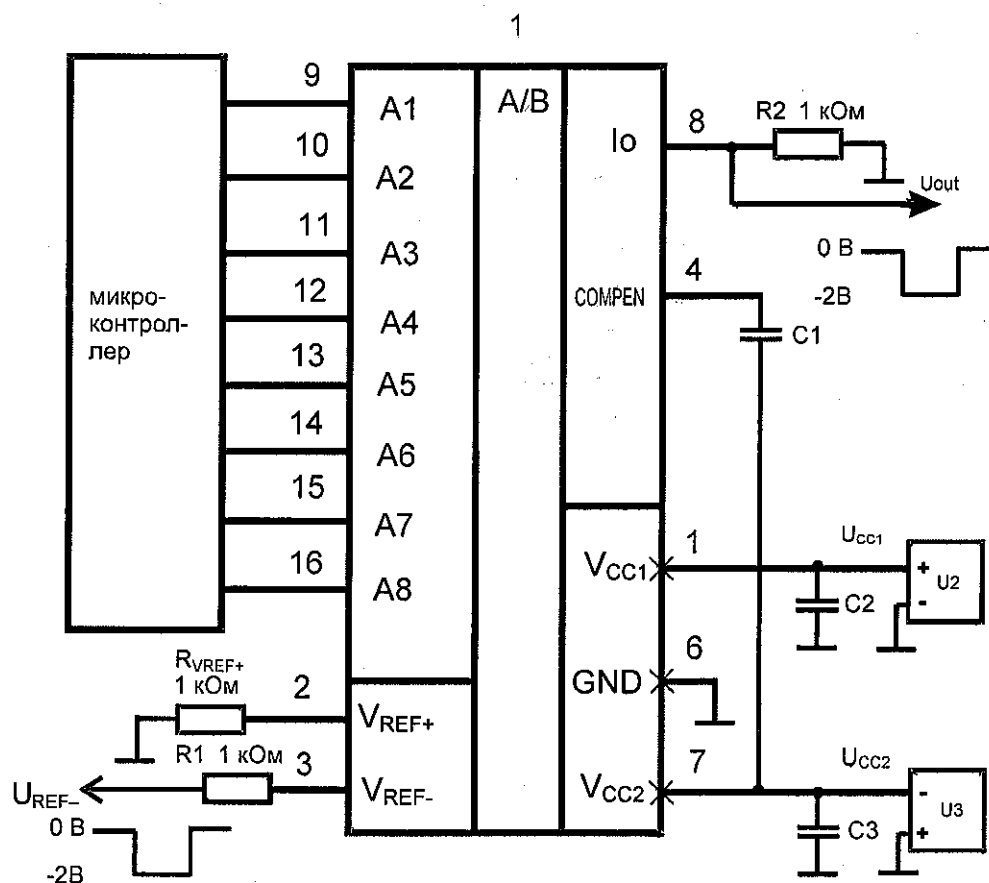


Рисунок 7 – Схема включения К5023НА024 с использованием входа V_{REF-}

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	Юн. 06.03.93			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Копировал

Формат А4

Лист

15

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для микросхем К5023НА024 номинальное напряжение питания U_{CC1} должно быть плюс 5 В, номинальное напряжение питания U_{CC2} должно быть от минус 15 В до минус 5 В. Допустимые отклонения значения напряжения питания U_{CC1} и U_{CC2} микросхем от номинального должны быть в пределах $\pm 10\%$.

Порядок подачи и снятия напряжений питания и входных сигналов на микросхемы следующий:

- при включении сначала подают напряжения питания U_{CC1} , U_{CC2} , затем сигналы на цифровые входы или одновременно;
- при выключении сначала снимают напряжение на цифровых входах, затем напряжения питания U_{CC1} , U_{CC2} или одновременно.

Электрические параметры микросхем при приемке и поставке должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 1.

Значения предельно-допустимых и предельных режимов эксплуатации в диапазоне рабочих температур среды должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 2.

Зависимости (среднее значение) основных электрических параметров микросхем от режимов и условий эксплуатации.

Основные типовые характеристики электрических параметров (среднее значение на выборке из 10 микросхем) исследовались при изменении температуры окружающей среды и от напряжений питания приведены на рисунках 9 – 33:

1 Зависимость времени установления сигнала до $\frac{1}{2} \text{ EMP}$, t_s (включая t_{PLH}) от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$);

2 Зависимость тока потребления по источнику U_{CC1} , I_{CC1} от температуры, при ($A1+A8=0,8$ В), ($I_{REF}=2$ мА), ($U_{CC1}=5$ В и $U_{CC2}=-15$ В);

3 Зависимость тока потребления по источнику U_{CC2} , I_{CC2} от температуры при ($A1÷A8=0,8$ В), ($I_{REF}=2$ мА), ($U_{CC1}=5$ В и $U_{CC2}=-15$ В);

4 Зависимость выходного тока I_o , от температуры при ($U_{IN} = 5 \text{ В}$ на входах $A1 \div A8 = 5 \text{ В}$), ($I_{REF} = 2 \text{ мА}$);

5 Зависимость выходного тока $I_{O(MIN)}$, от температуры при ($U_{IL} = 0,8$ В на входах A1÷A8), ($I_{REF} = 2$ мА);

б) Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) $E_{\text{гр}}$ от температуры при ($I_{\text{REF}} = 2 \text{ mA}$);

7 Зависимость коэффициента влияния нестабильности напряжения источника питания U_{CC2} на выходной ток, $PSRR(-)$ от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ мА}$);

8 Зависимость смещения опорного входного тока (тока по входу U_{REF-}), I_{REF} от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$);

9 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} , от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ мА}$);

10 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PHL} , от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$);

11 Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} , от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ мА}$):

12 Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC1} - I_{CC1}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1}=5$ В, $U_{CC2}=-15$ В, $A1 \div A8=0,8$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

13 Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC2} - I_{CC2}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1}=5$ В, $U_{CC2}=-15$ В, $A1 \div A8=0,8$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	4 Зависимость выходного тока $I_{O(MIN)}$, от температуры при ($U_{IN} = 5 В$ на входах $A1 \div A8 = 5 В$), ($I_{REF} = 2 мА$);							
					5 Зависимость выходного тока $I_{O(MIN)}$, от температуры при ($U_{IL} = 0,8 В$ на входах $A1 \div A8$), ($I_{REF} = 2 мА$);							
Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	6 Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) E_I от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
					7 Зависимость коэффициента влияния нестабильности напряжения источника питания U_{CC2} на выходной ток, $PSRR(-)$ от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	8 Зависимость смещения опорного входного тока (тока по входу U_{REF-}), I_{REF} от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
					9 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} , от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	10 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PHL} , от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
					11 Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} , от температуры при ($I_{REF} = 2 мА$);							
Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	12 Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC1} - I_{CC1}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1} = 5 В$, $U_{CC2} = -15 В$, $A1 \div A8 = 0,8 В$), ($I_{REF} = 2 мА$);							
					13 Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC2} - I_{CC2}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1} = 5 В$, $U_{CC2} = -15 В$, $A1 \div A8 = 0,8 В$), ($I_{REF} = 2 мА$);							
<table><tr><td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ докум</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>					Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<table><tr><td>ПАКД.431324.011Д1</td><td>Лист 16</td></tr></table>	ПАКД.431324.011Д1	Лист 16
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата								
ПАКД.431324.011Д1	Лист 16											

108928

Буд 06.03.23

14 Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) $-E_r$ от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

15 Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) $-E_r$ от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

16 Зависимость выходного тока, $-I_{O(MIN)}$ от U_{CC1} при ($U_{IL} = 0,8$ В на входах A1÷A8), ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

17 Зависимость выходного тока, $-I_{O(MIN)}$ от U_{CC2} , при ($U_{IL} = 0,8$ В на входах A1÷A8), ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

18 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} от U_{CC1} ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

19 Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} от U_{CC2} ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

20 Зависимость времени задержки распространения сигнала T_{phl} от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

21 Зависимость времени задержки распространения сигнала T_{phl} от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

22 Зависимость времени установления сигнала до $\frac{1}{2}$ ЕМР, (включая t_{PLH}) $-T_s$ от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

23 Зависимость времени установления сигнала до $\frac{1}{2}$ ЕМР, (включая t_{PLH}) $-T_s$ от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

24 Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА);

25 Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Зачи 06.03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ПАКД.431324.011Д1	Лист
						17

ТРЕБОВАНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ

Наработка микросхем в режимах и условиях, допускаемых настоящими ТУ, должна быть не менее 50 000 ч, а в следующих облегчённых режимах: в нормальных климатических условиях $T = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$ – 60 000 ч.

Интенсивность отказов в течение наработки должна быть не более $1 \cdot 10^{-6}$ 1/ч.

Гамма-процентный срок сохраняемости при $\gamma = 95\%$ – 10 лет.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Значение собственной резонансной частоты микросхем – не менее 20 кГц.

Значение теплового сопротивления кристалл-корпус – не более 85 $^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Дополнительные справочные предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем в диапазоне рабочих температур среды приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Дополнительные предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем в диапазоне рабочих температур среды

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение	Предельно- допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение на цифровых входах, В	U_{IA}	–5,0	5,5	–10,0	17,0
Выходное напряжение, В	U_O	–5,5	5,5	–11,0	17,0

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	
108928	Иванов 06.03.23				
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	
					ПАКД.431324.011Д1
					Лист 18

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Микросхемы чувствительны к воздействию СЭ – допустимое значение потенциала СЭ – не более 500 В.

Для влагозащиты плат с микросхемами рекомендуется применять лак марки УР-231 по ТУ 6-21-14 или ЭП-730 по ГОСТ 20824 в три слоя.

Рекомендуется установку и крепление микросхем на плату проводить в соответствии с рисунком 8. Формовка и обрезка выводов микросхем К5023НА024 не допускается.

Микросхемы пригодны для монтажа в аппаратуре операциями пайки по ОСТ 11 073.063 при установке их:

- на некерамические платы как для корпусов типа 4. Допустимое количество исправлений дефектов пайки отдельных выводов одной микросхемы – не более двух;
- на керамические платы для корпусов типа 5. Допустимое количество перепаяк одной микросхемы – не более трех.

Рекомендуется начинать пайку с выводов GND и выводов питания, а остальных выводов – в любой последовательности.

Операцию лужения выводов микросхем после их формовки и обрезки проводят по ОСТ 11 073.063 при установке их:

- на некерамические платы (обрезка выводов более 1 мм от корпуса) как для корпусов типа 4. Выводы микросхем должны быть облужены от конца вывода по длине не менее 1 мм от корпуса с обязательным облуживанием мест перегибов выводов. Допускается растекание припоя до корпуса. Допустимое количество погружений одних и тех же выводов (с учетом исправления дефектов лужения) – не более двух;

- на керамические платы (обрезка выводов в пределах от 0,8 до 1,0 мм от корпуса) – для корпусов типа 5. Микросхемы погружают в ванну с припоем так, чтобы металлизированные площадки (на боковой и нижней поверхностях корпуса) были полностью покрыты припоем, при этом крышка корпуса и сварной шов должны быть предохранены от контакта с припоем. Время нахождения выводов в расплавленном припое должно быть не более 6 с. Выводы микросхем должны быть облужены на всю длину выводов, включая зону крепления к корпусу. Допустимое количество погружений одной микросхемы не более трех.

Способ установки микросхем на платы и их демонтаж должен обеспечивать отсутствие передачи усилий, деформирующих корпус.

Рекомендуется очистку выводов микросхем и печатных плат с микросхемами от флюса и загрязнений после лужения и пайки проводить в очищающих растворителях: в спирто-бензиновой смеси в соотношении 1:1 по объёму (режим виброочистки с погружением) или в водном растворе технического моющего средства (ТМС) (режим струйной очистки).

Устанавливать и извлекать микросхемы из контактных приспособлений, а также производить замену микросхем необходимо только при снятии напряжений со всех выводов микросхемы.

Рекомендуется в непосредственной близости между выводами питания и соответствующими общими выводами в зоне монтажа микросхемы подключать керамические конденсаторы ёмкостью не менее 0,1 мкФ и рабочим напряжением не менее 50 В и параллельно им электролитический конденсатор ёмкостью 10 мкФ и рабочим напряжением не менее 50 В.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	2006.03.23			

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист

19

Копировал

Формат А4

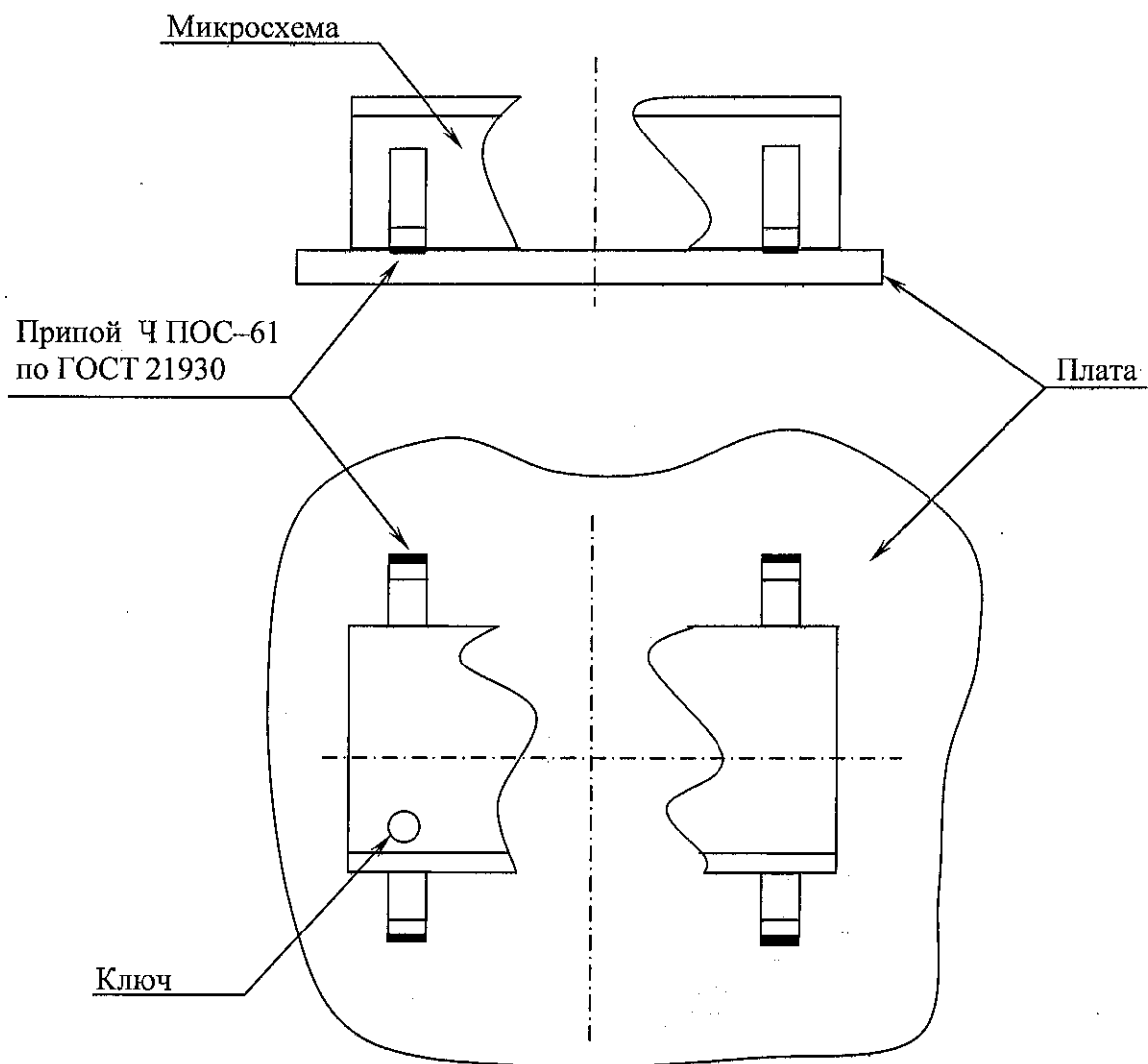


Рисунок 8 – Пример установки микросхем K5023HA024 на плате

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	10.06.03.23			
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				20

ГОСТ 2.106-96 Форма 9а Копировал Формат А4

ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПАРАМЕТРОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

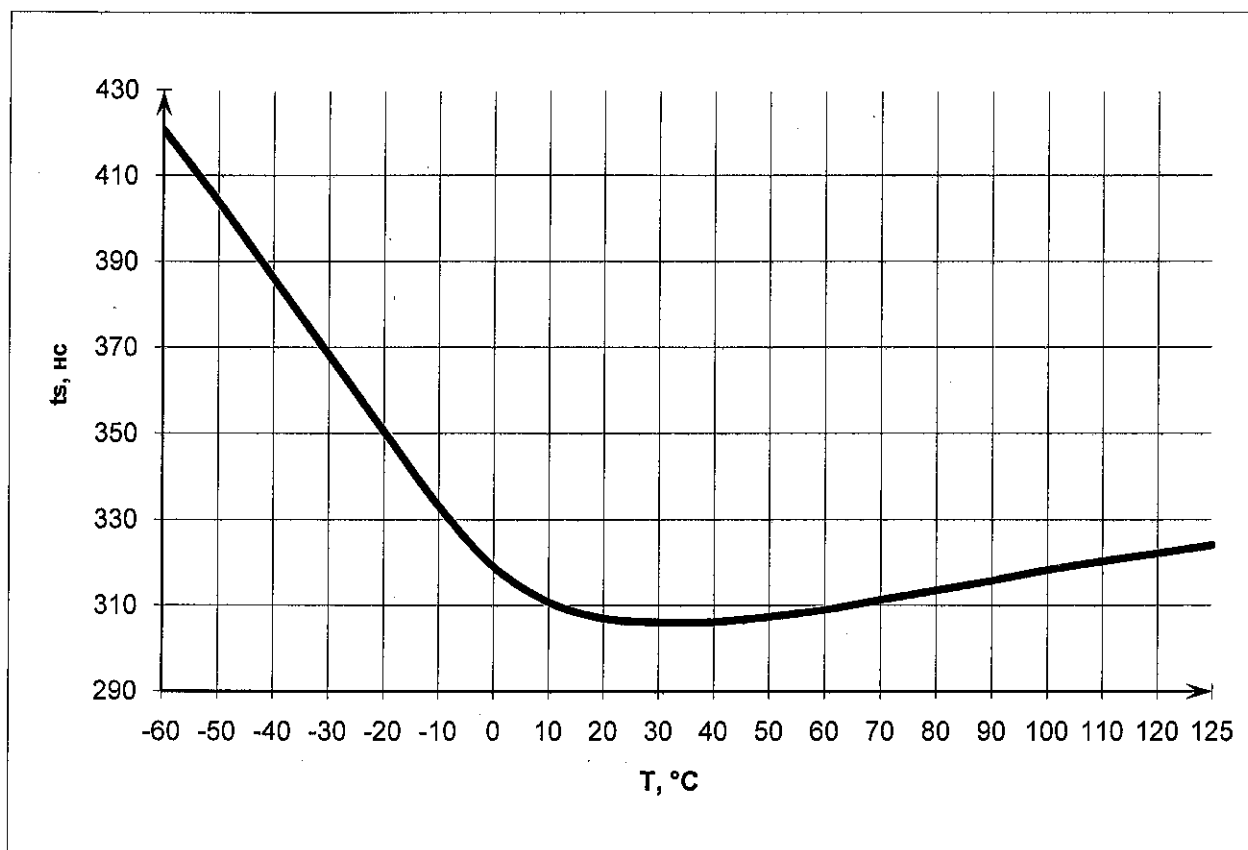


Рисунок 9 – Зависимость времени установления сигнала до ½ ЕМР, t_s (включая t_{PLH}) от температуры при ($I_{REF} = 2$ мА)

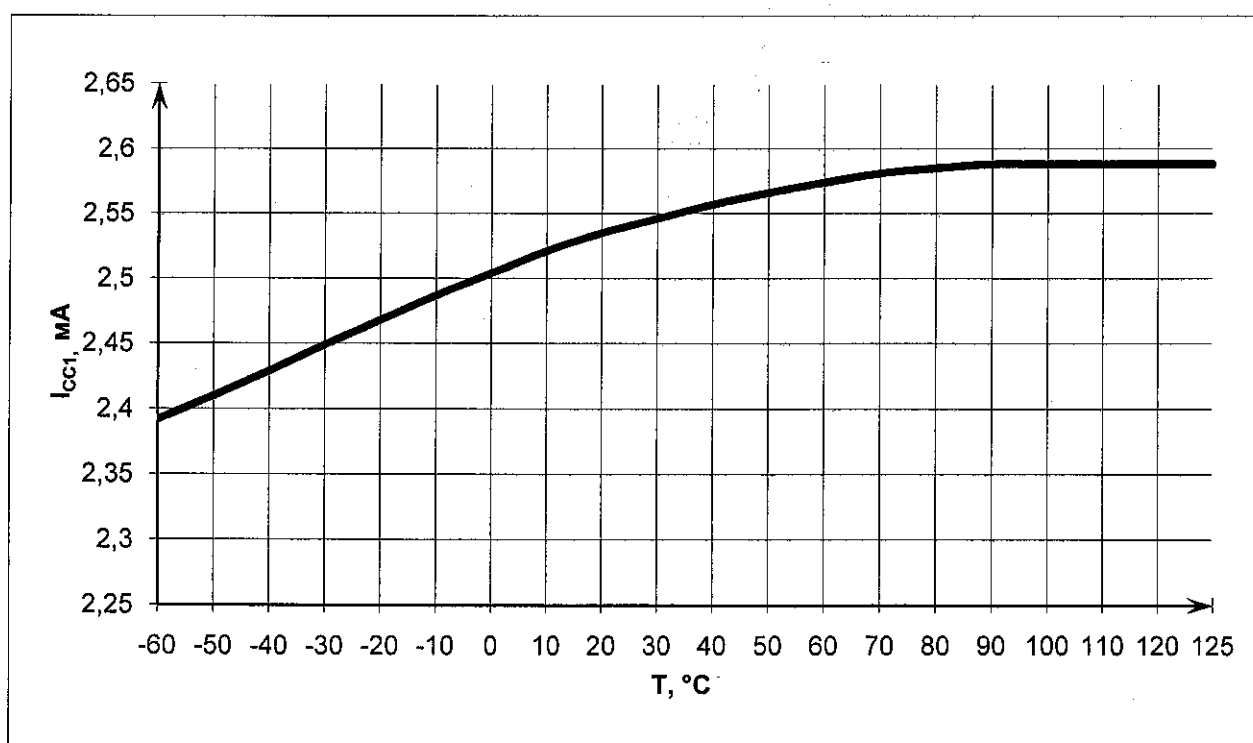


Рисунок 10 – Зависимость тока потребления I_{CC1} по источнику U_{CC1} , от температуры, при ($A1÷A8=0,8$ В), ($I_{REF} = 2$ мА), ($U_{CC1} = 5$ В и $U_{CC2} = -15$ В)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	Бучицкий 03.03.23			

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
21

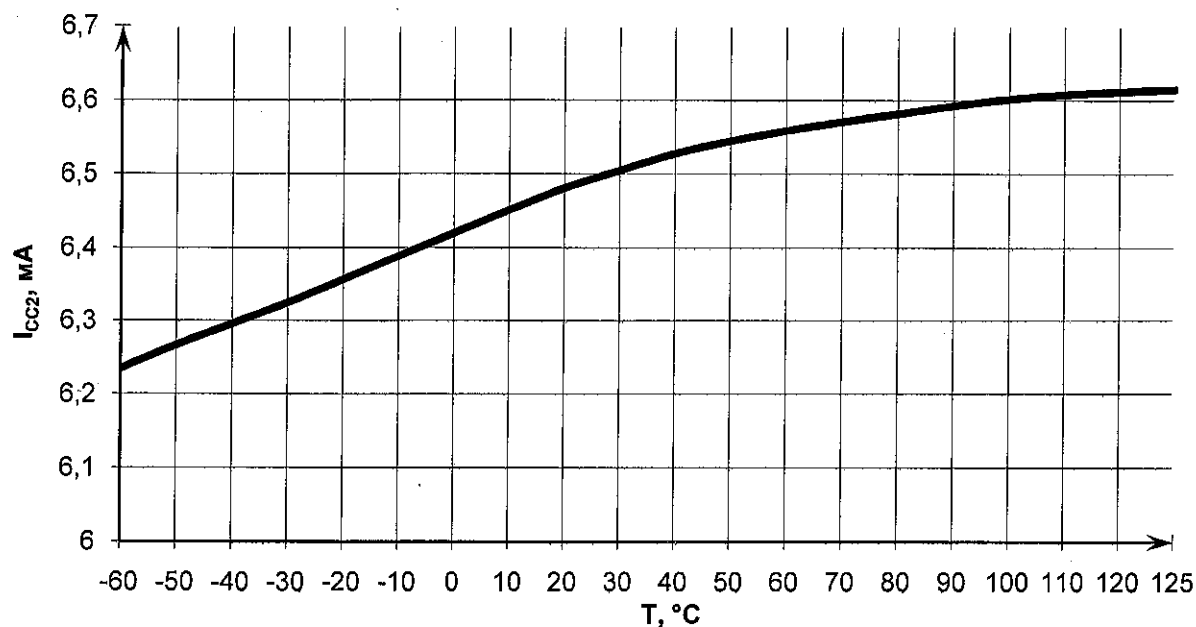


Рисунок 11 – Зависимость тока потребления I_{CC2} по источнику U_{CC2} , от температуры при ($A1÷A8=0,8$ В), ($I_{REF}=2$ мА), ($U_{CC1}=5$ В и $U_{CC2}=-15$ В)

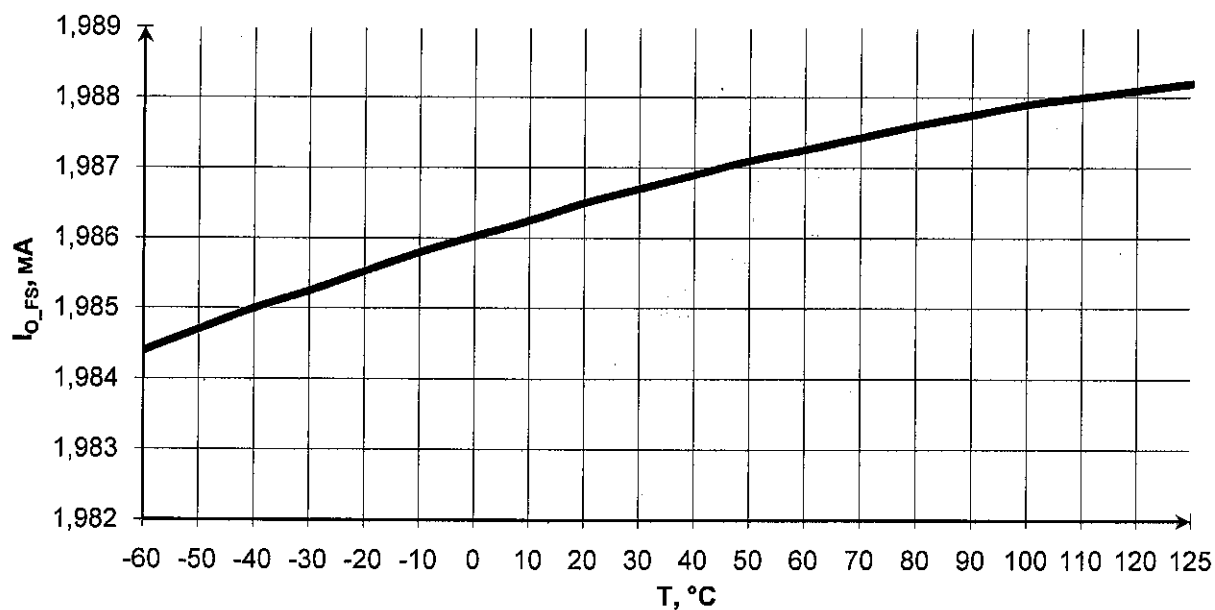


Рисунок 12 – Зависимость выходного тока I_{O_FS} , от температуры при ($A1÷A8=5$ В), ($I_{REF}=2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108928	Бун/06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист

22

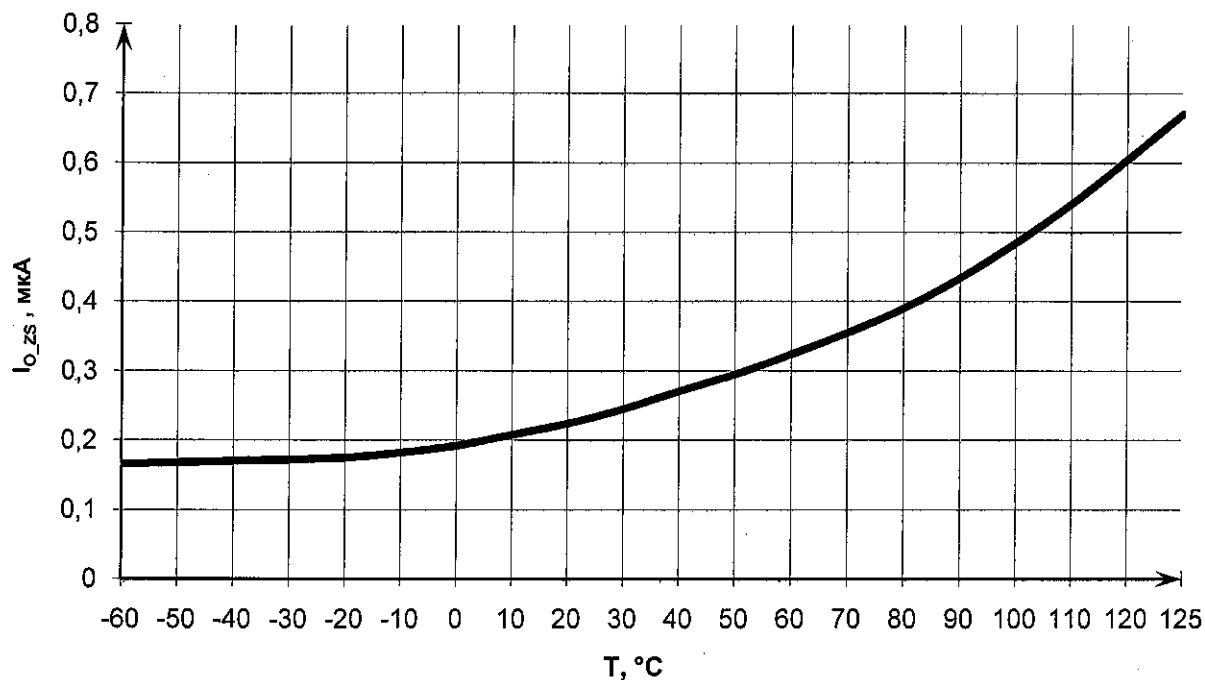


Рисунок 13 – Зависимость выходного тока I_{O_ZS} , от температуры при ($A1+A8=0,8$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

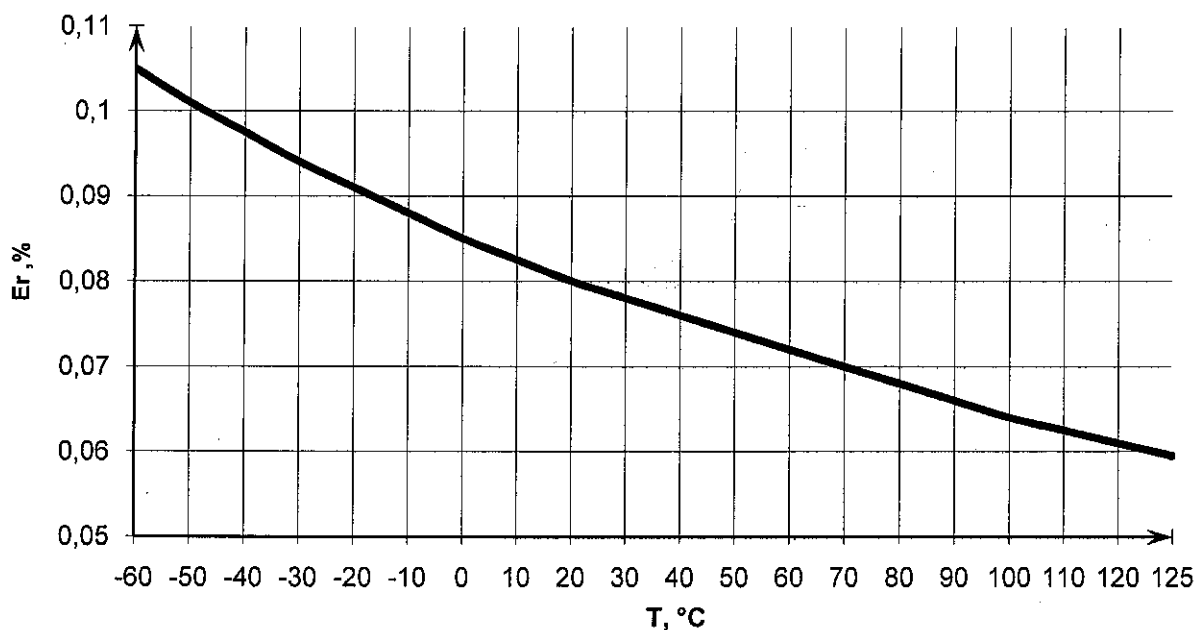


Рисунок 14 – Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) E_T от температуры при ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Юмр 06.03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист

23

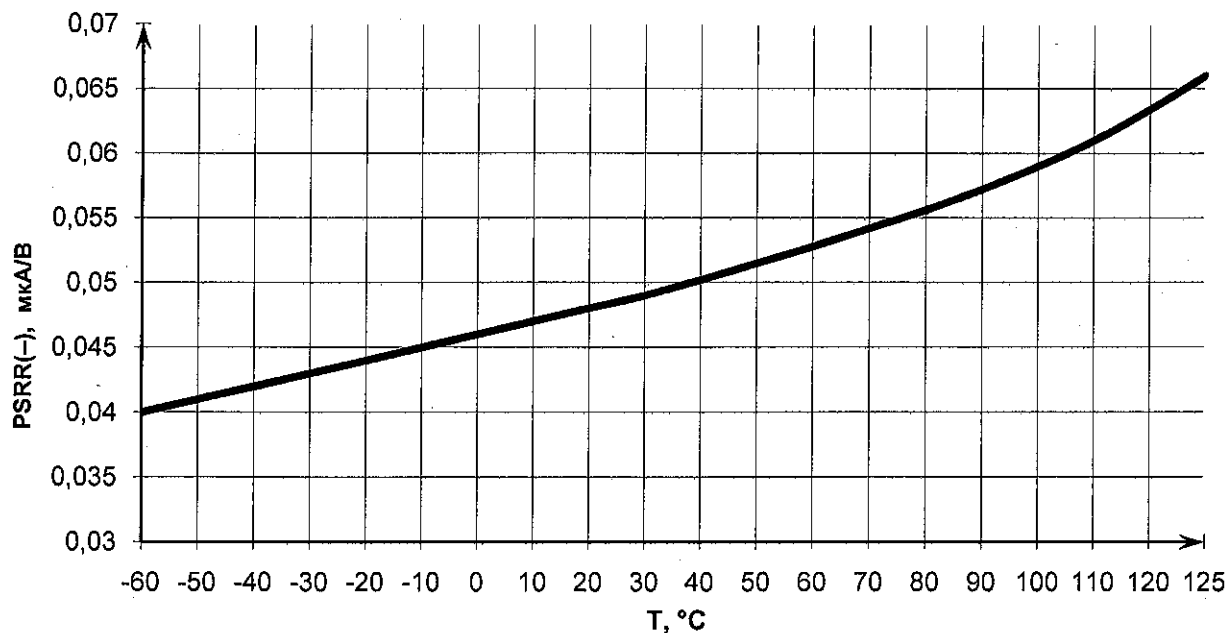


Рисунок 15 – Зависимость коэффициента влияния нестабильности напряжения источника питания U_{CC2} на выходной ток, $PSRR(-)$ от температуры при ($I_{REF} = 2$ мА)

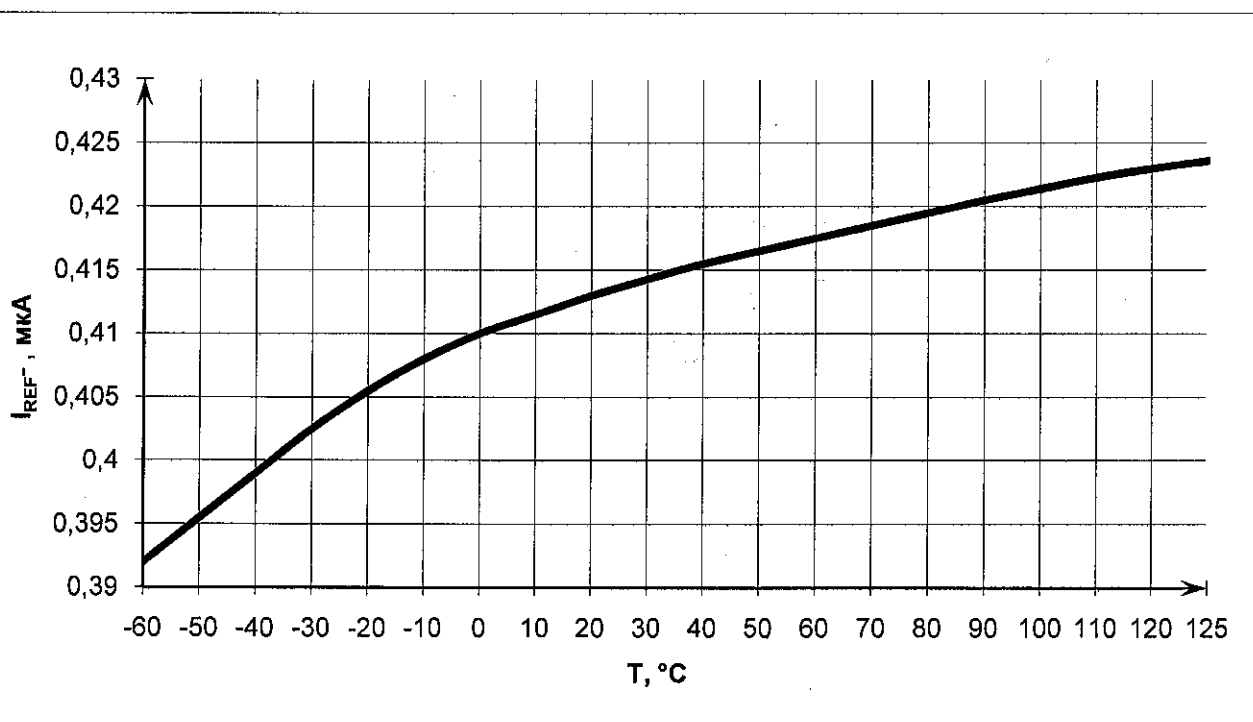


Рисунок 16 – Зависимость смещения опорного входного тока (тока по входу U_{REF-}), I_{REF-} от температуры при ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	Иванов 03.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
24

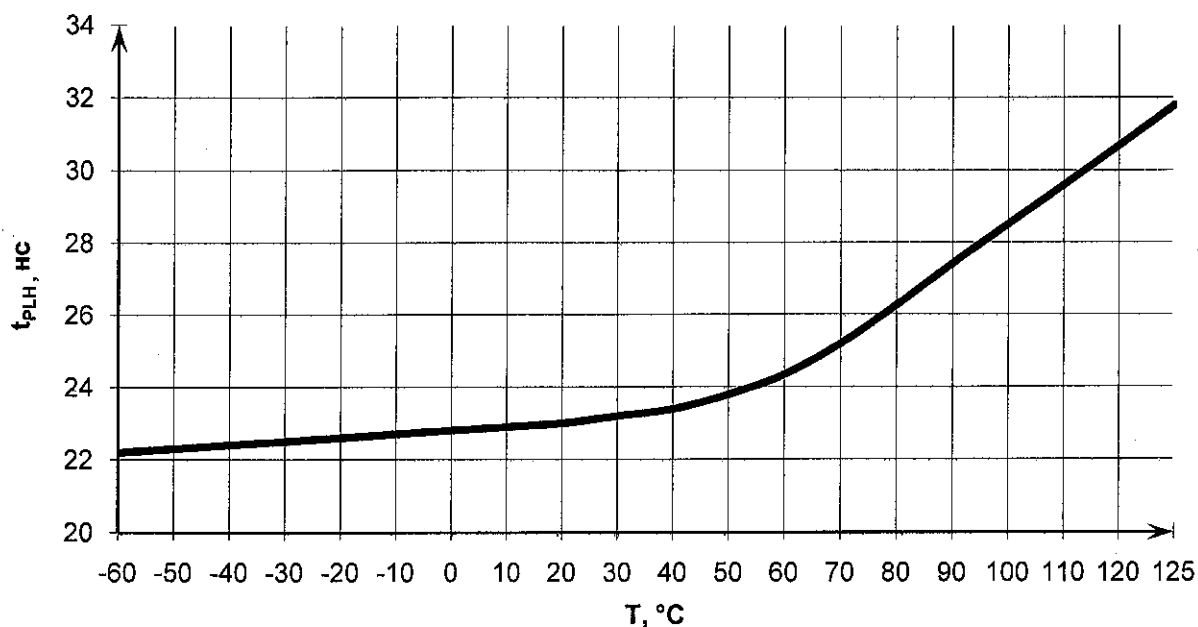


Рисунок 17 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$)

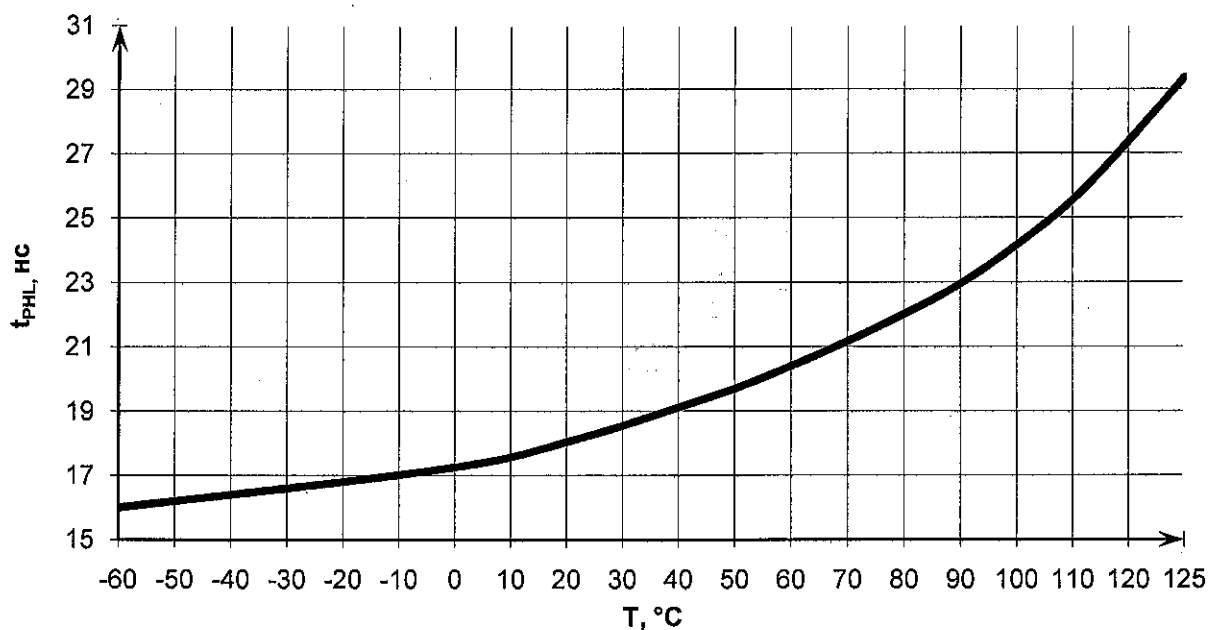


Рисунок 18 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PHL} от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108988	Юрид. 06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

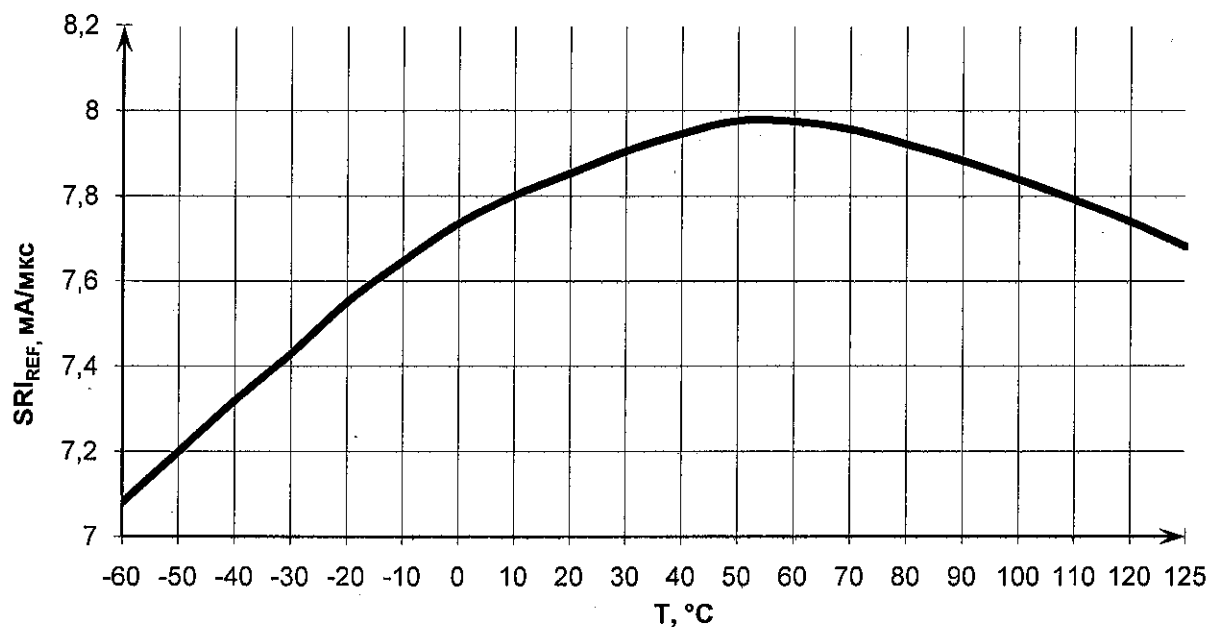


Рисунок 19 – Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} , от температуры при ($I_{REF} = 2 \text{ mA}$)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Бучин 06.03.23			
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ПАКД.431324.011Д1				Лист
				26

ГОСТ 2.106-96 Форма 9а Копировал Формат А4

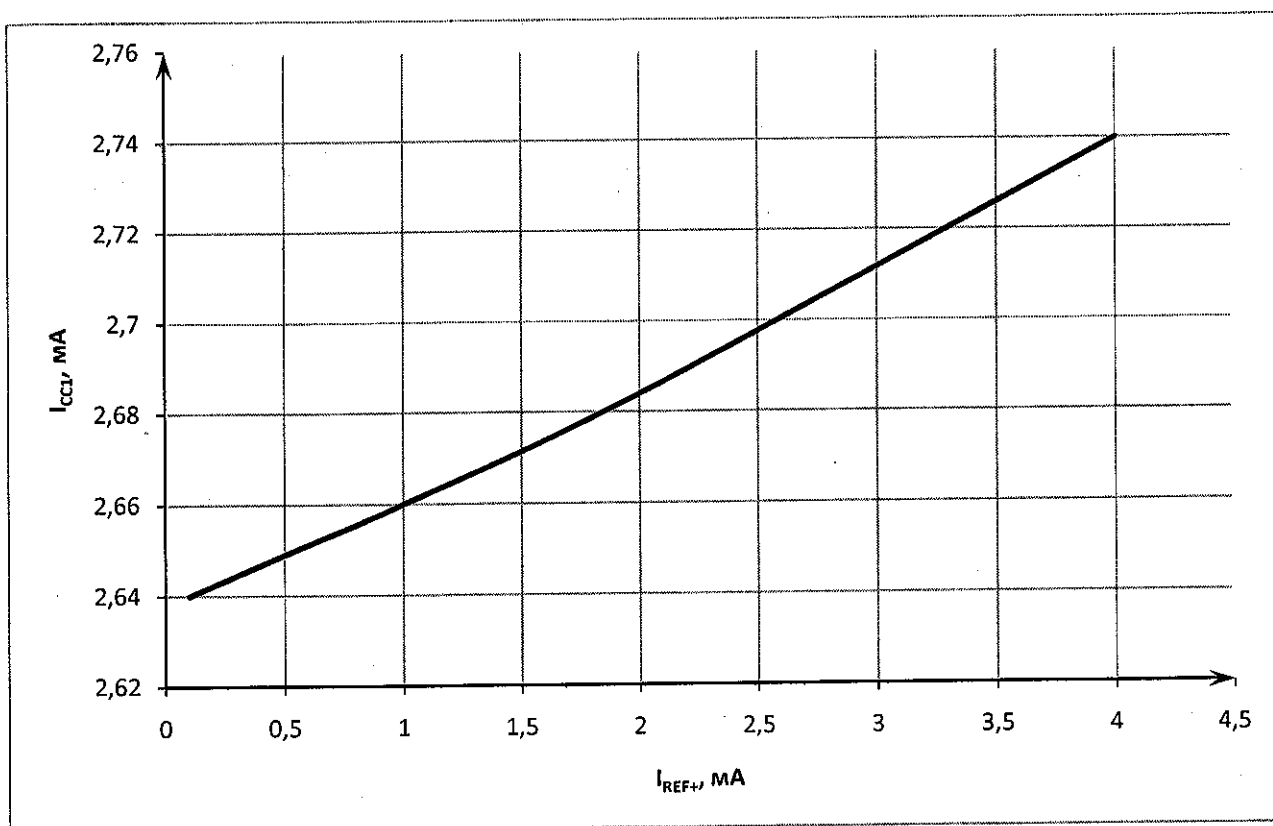


Рисунок 20 – Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC1} - I_{CC1}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1}=5$ В, $U_{CC2}=-15$ В, $A1÷A8=0,8$ В), ($I_{REF}=2$ мА)

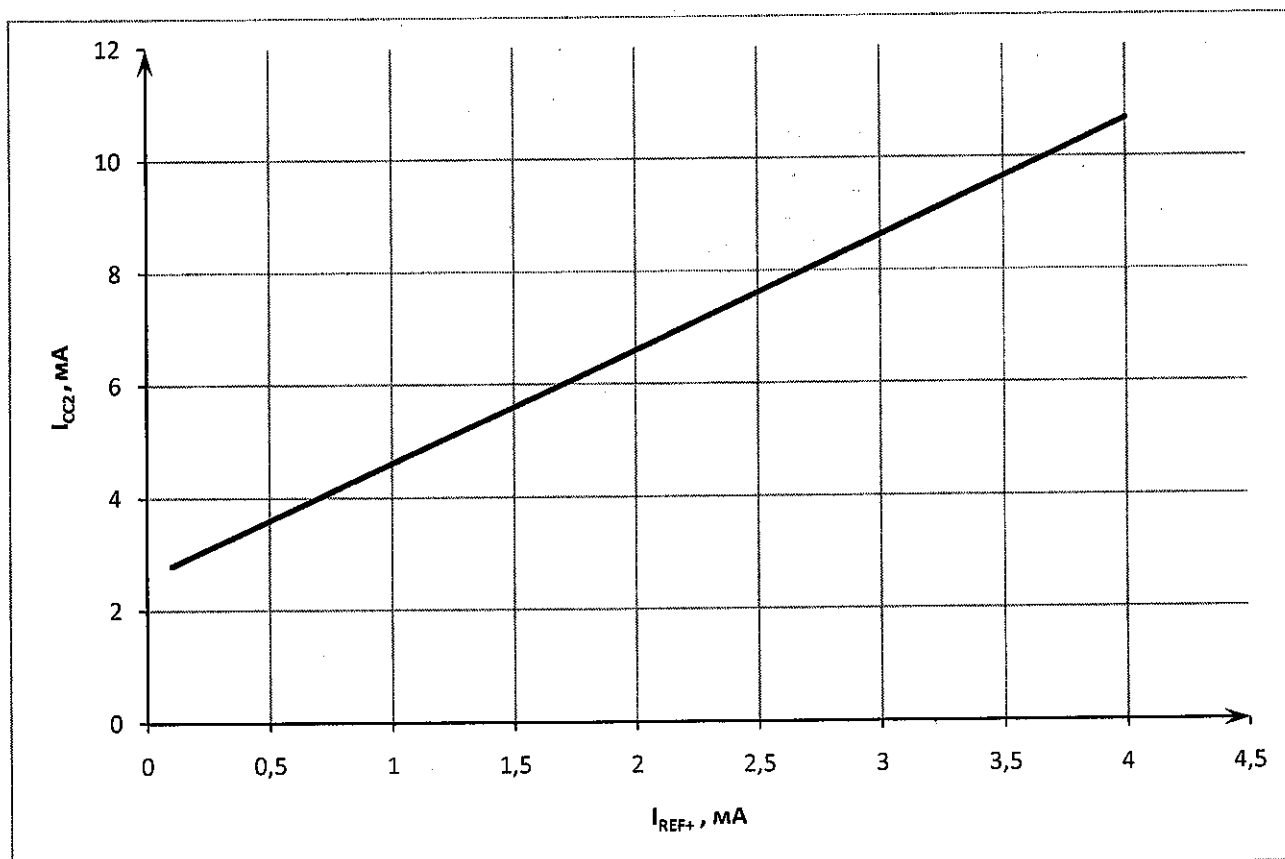


Рисунок 21 – Зависимость тока потребления по источнику $U_{CC2} - I_{CC2}$ от I_{REF+} при ($U_{CC1}=5$ В, $U_{CC2}=-15$ В, $A1÷A8=0,8$ В), ($I_{REF}=2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	Ю.И.В. 03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
27

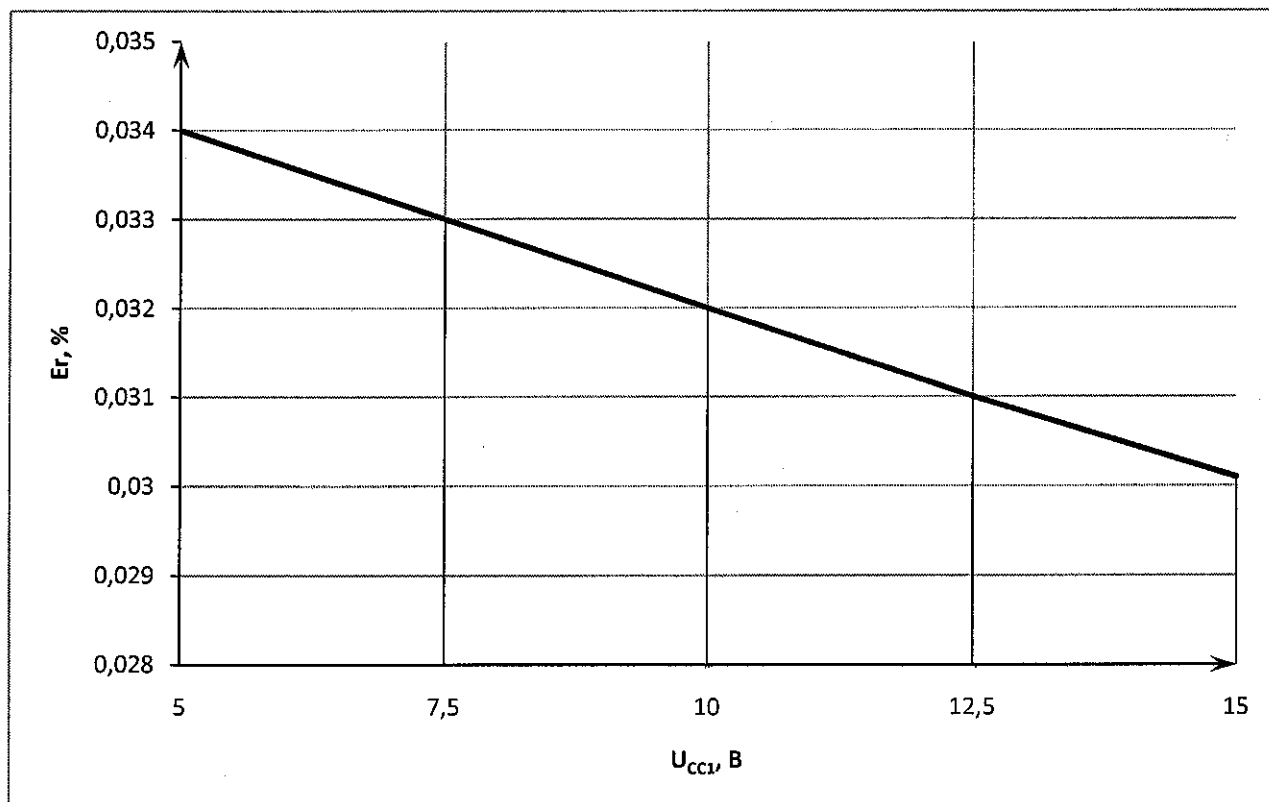


Рисунок 22 – Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) E_r от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15 V$), ($I_{REF} = 2 mA$)

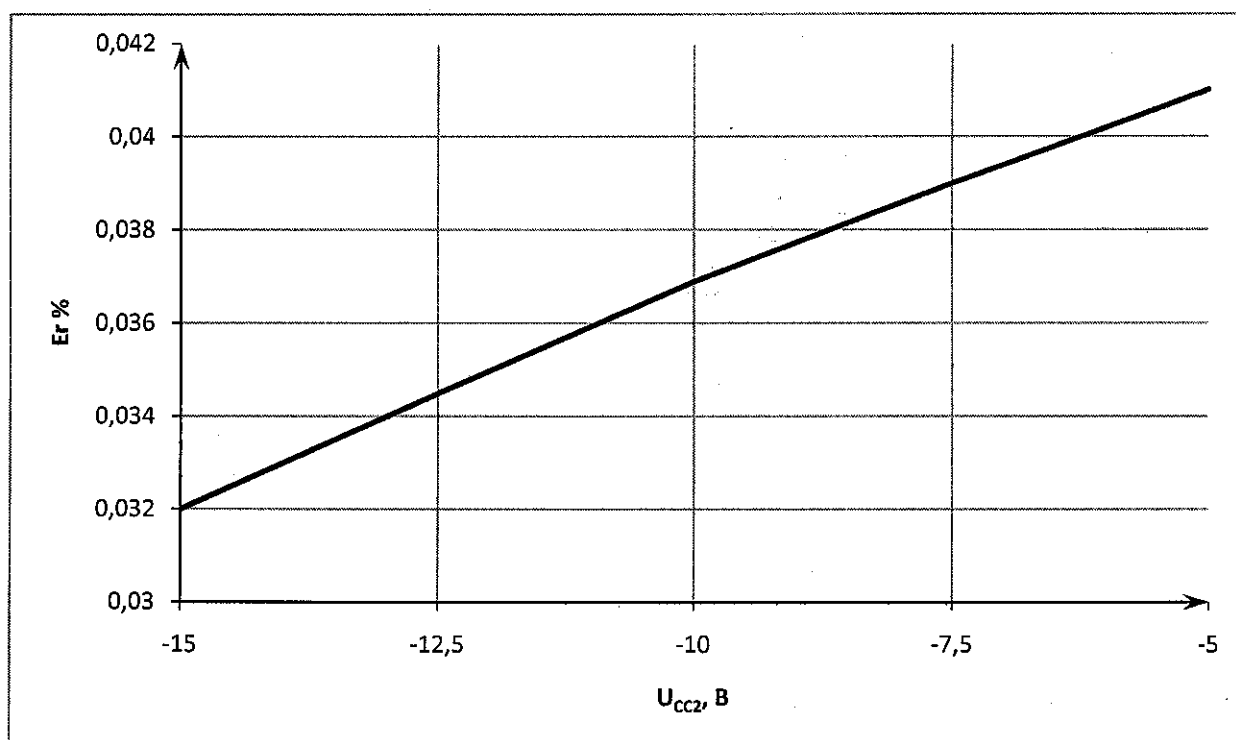


Рисунок 23 – Зависимость относительной погрешности, (интегральной нелинейности) E_r от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5 V$), ($I_{REF} = 2 mA$)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108998	2003.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ГОСТ 2 106.06

Формат 9a

Копирован

Формат A4

ПАКД.431324.011Д1

Лист
28

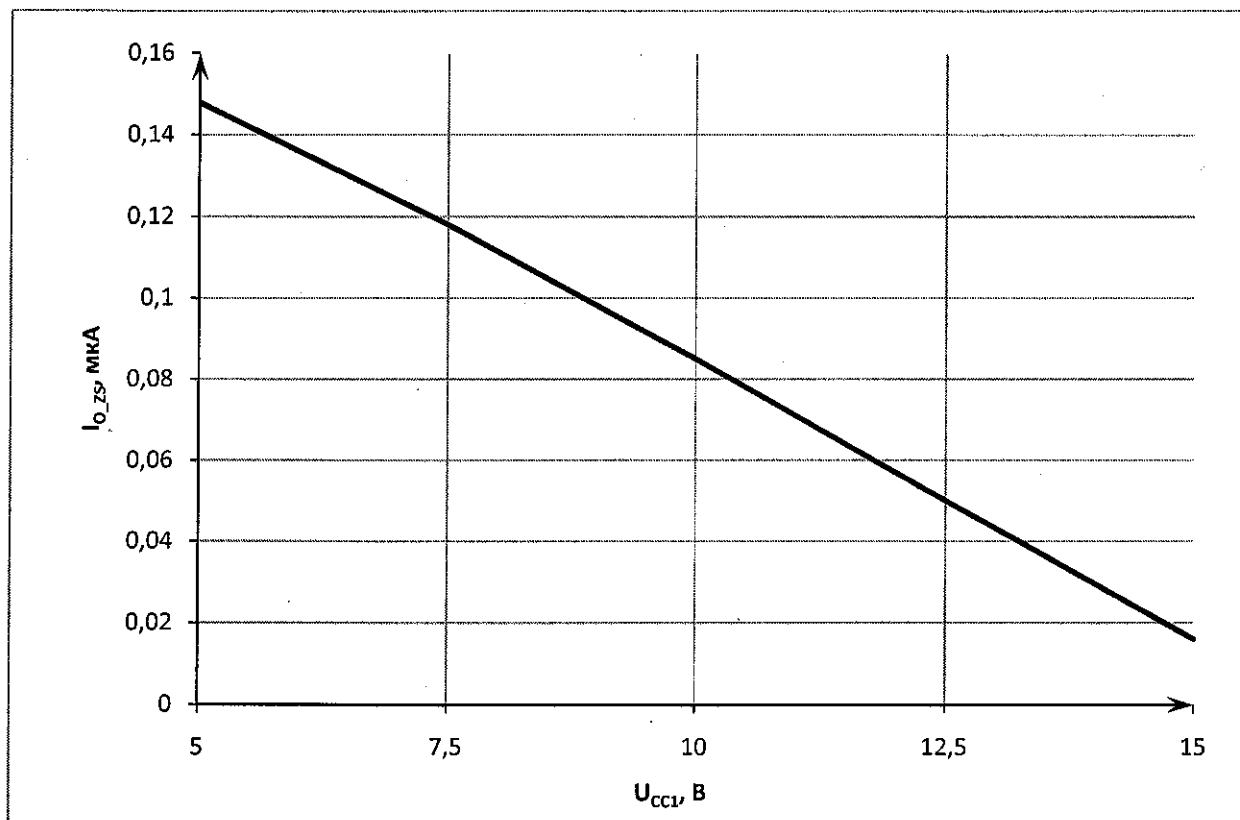


Рисунок 24 – Зависимость выходного тока, I_{O_ZS} от U_{CC1}
при ($A1 \div A8 = 0,8$ В), ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

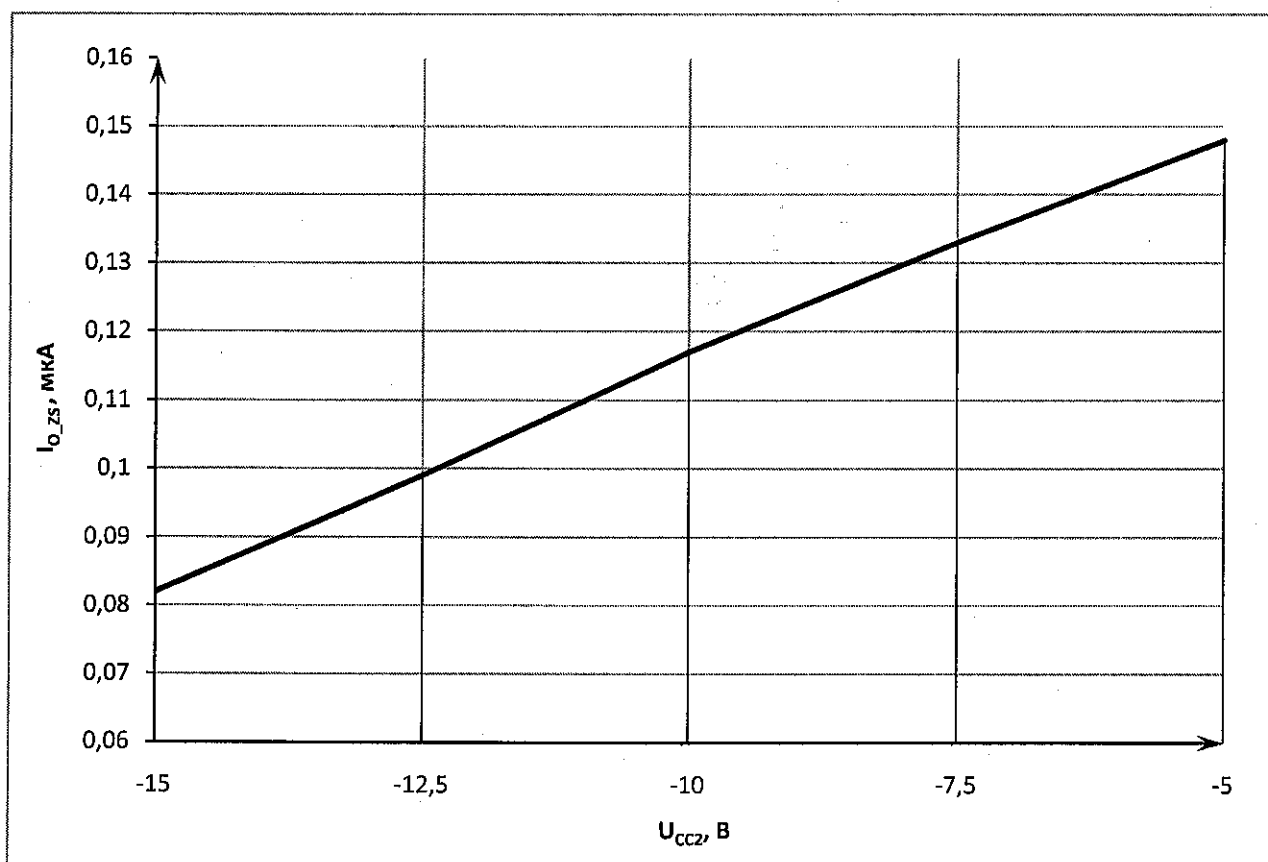


Рисунок 25 – Зависимость выходного тока, I_{O_ZS} от U_{CC2} ,
при ($A1 \div A8 = 0,8$ В), ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108998	2006.03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
29

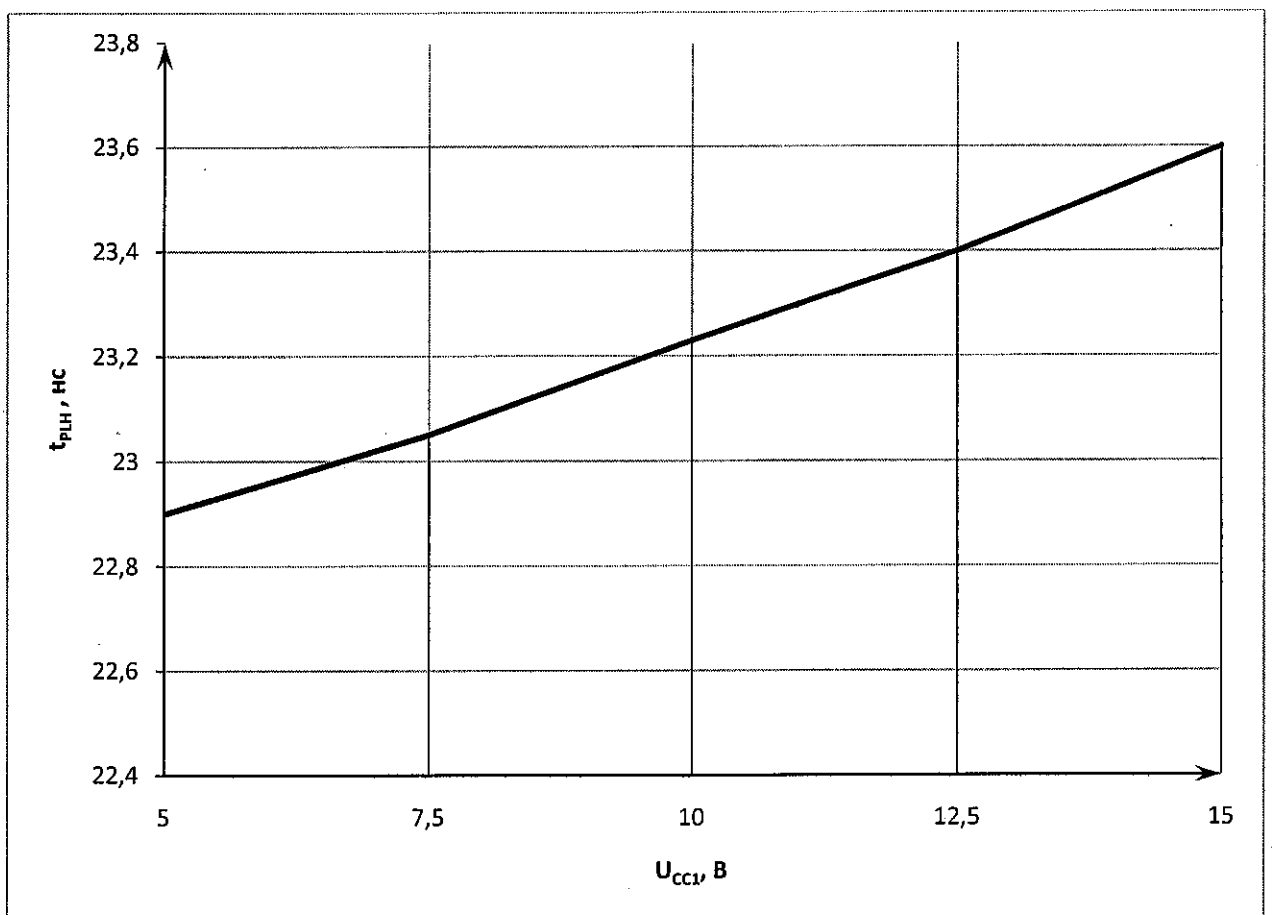


Рисунок 26 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} от U_{CC1} ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

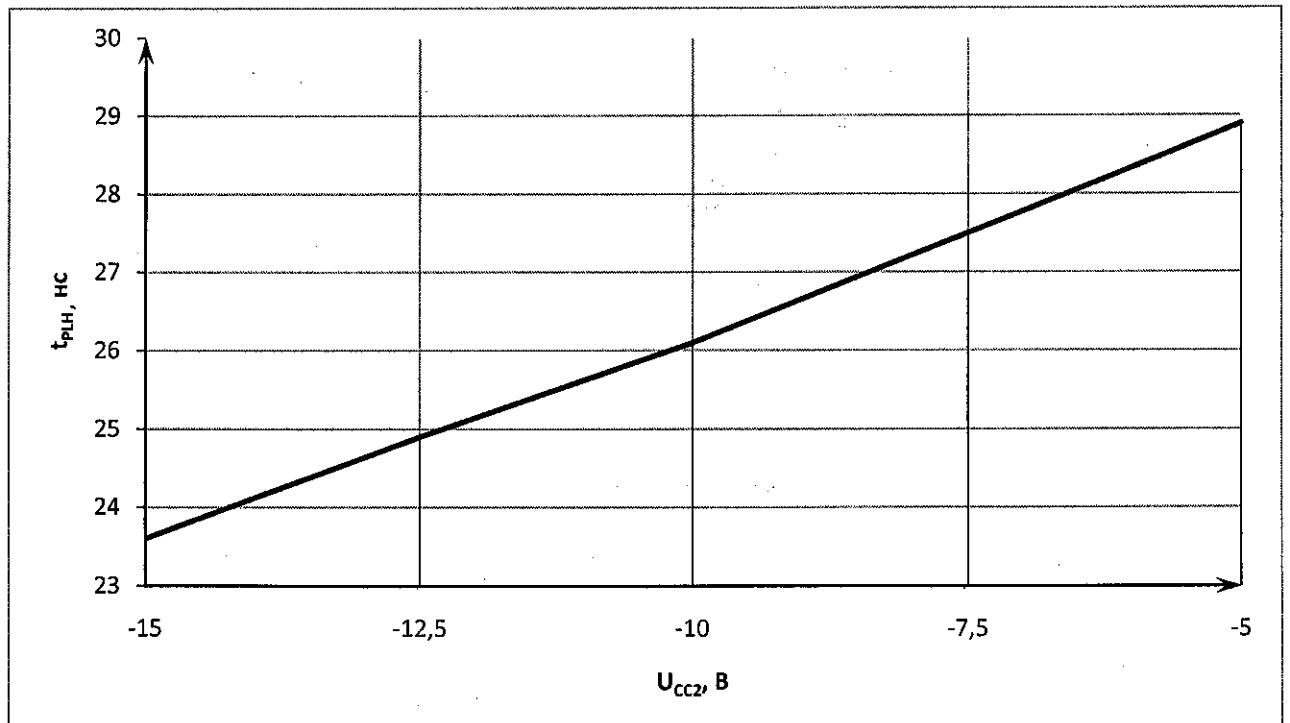


Рисунок 27 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{PLH} от U_{CC2} ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	8/04/06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
30

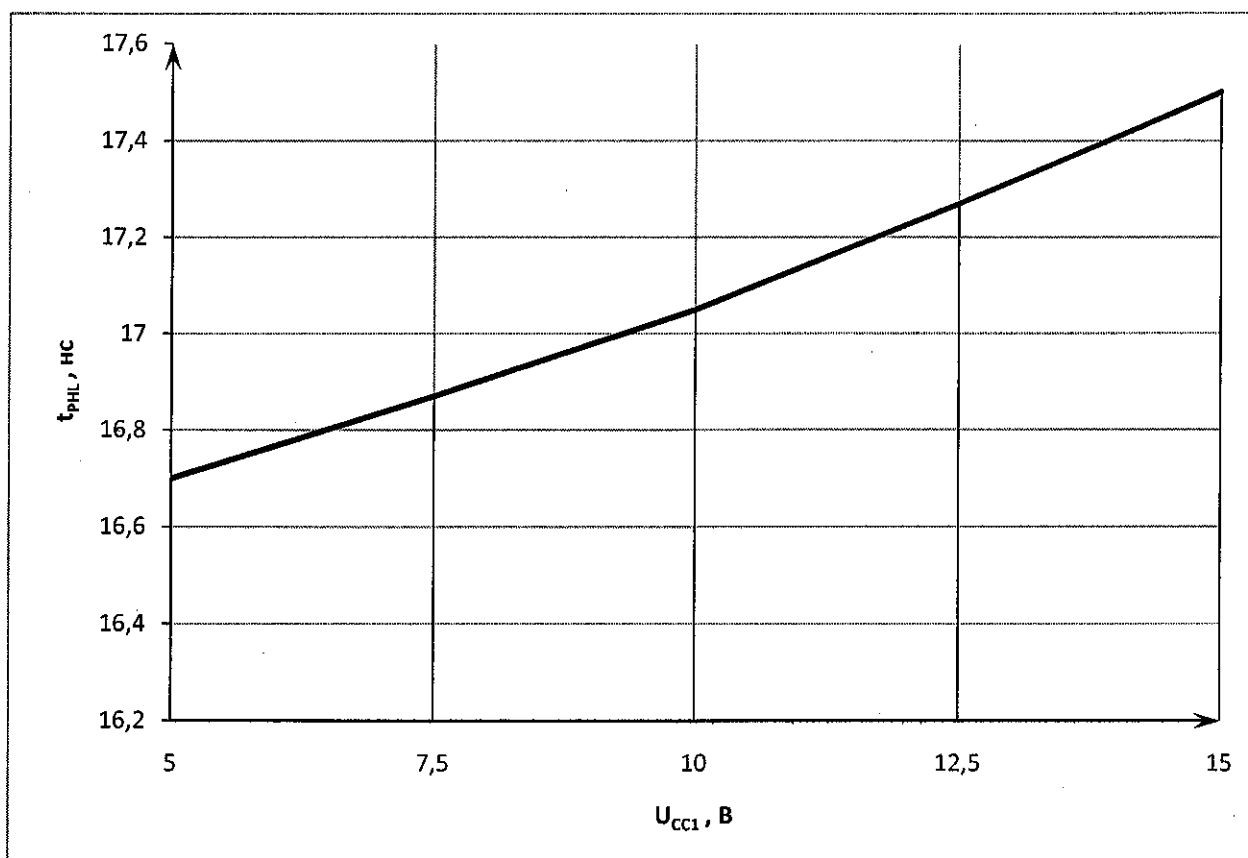


Рисунок 28 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{RHL} от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

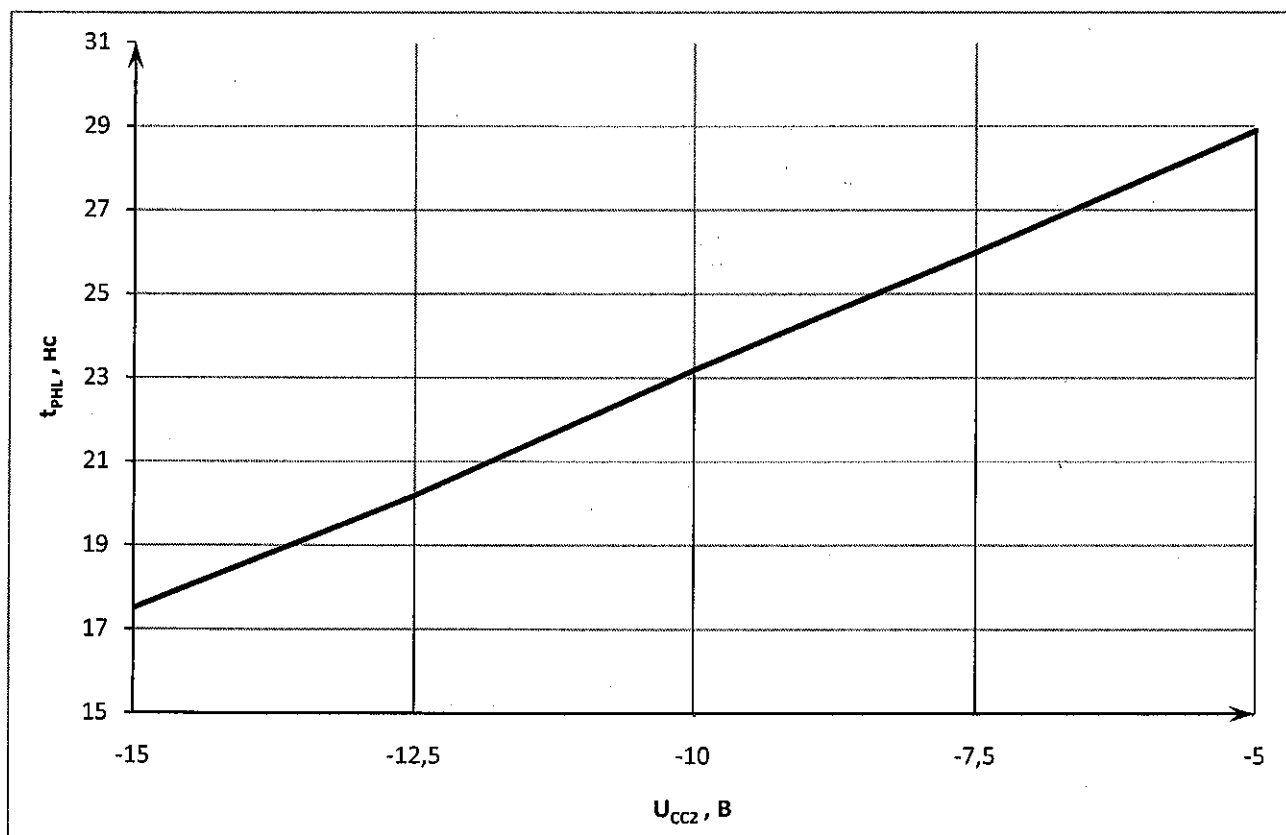


Рисунок 29 – Зависимость времени задержки распространения сигнала t_{RHL} от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
108928	8/04/06.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
31

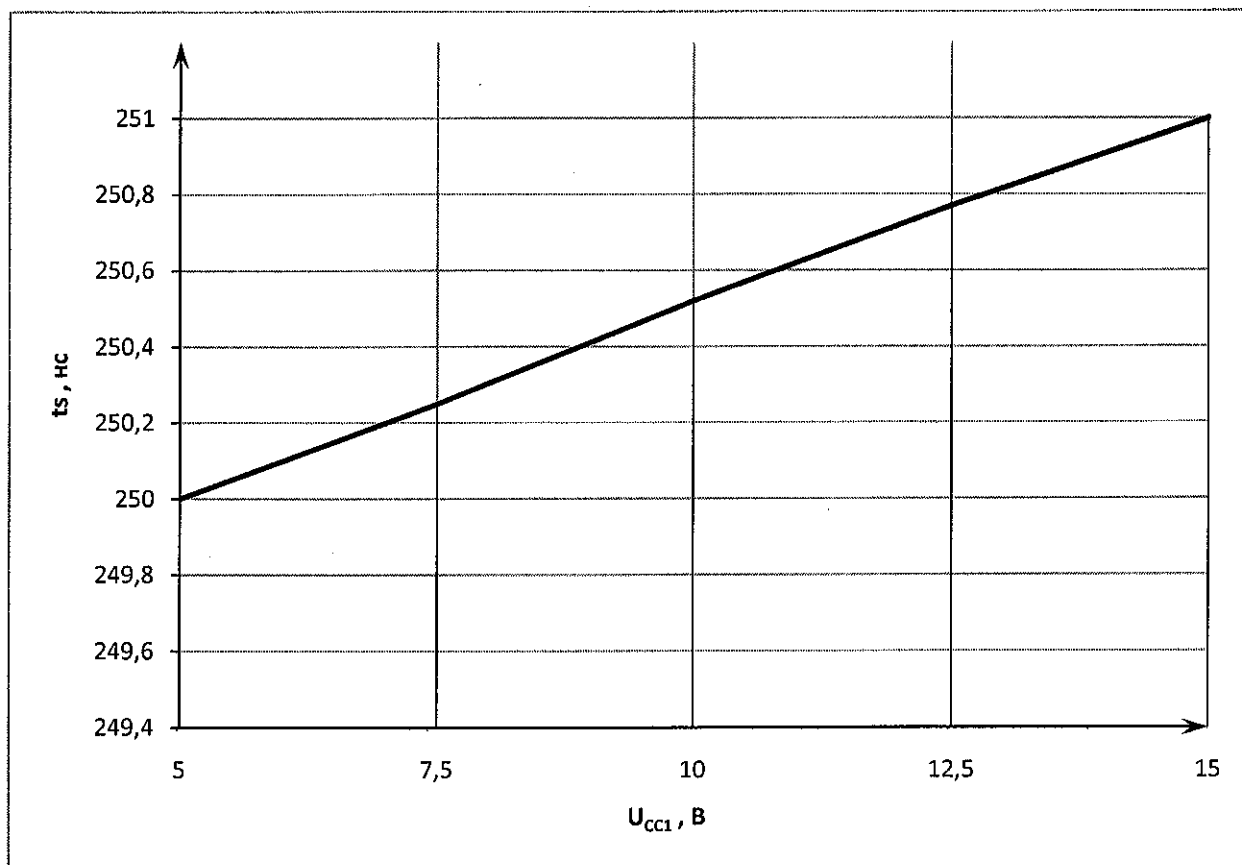


Рисунок 30 – Зависимость времени установления сигнала до $\frac{1}{2}E_{MP}$, (включая t_{PLH}) t_s от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

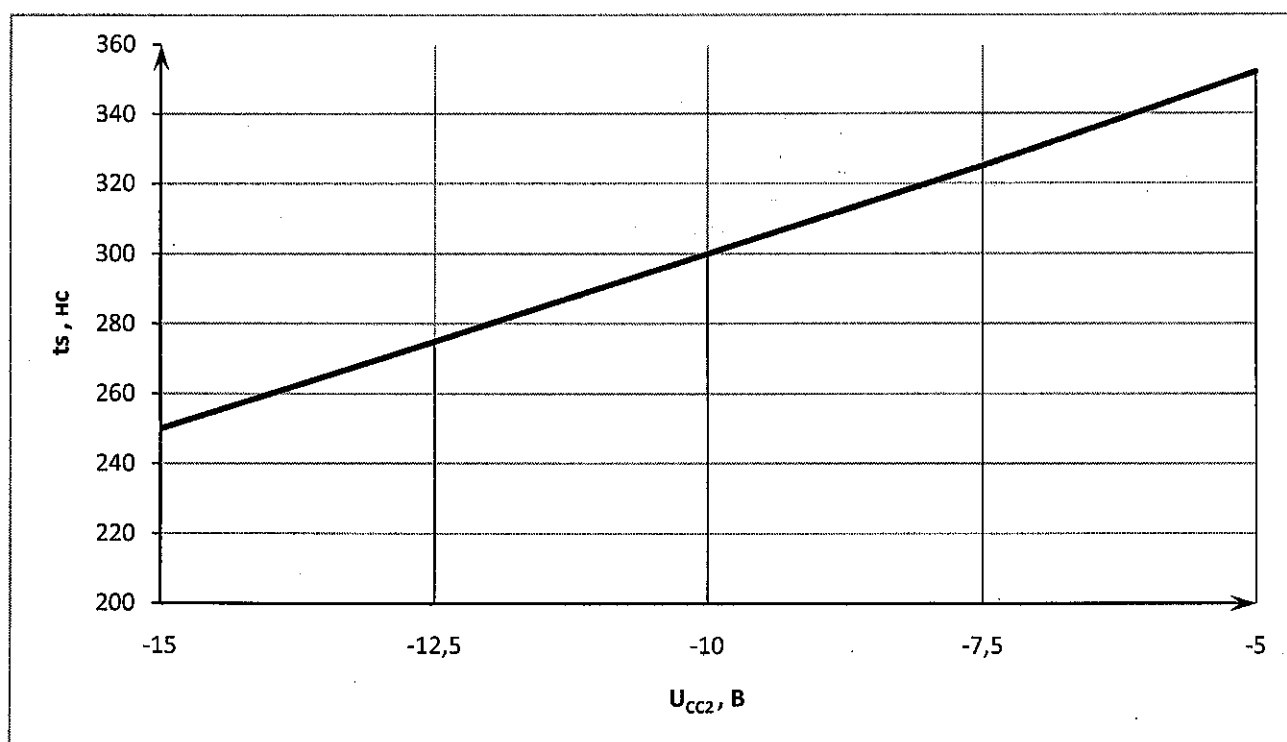


Рисунок 31 – Зависимость времени установления сигнала до $\frac{1}{2}E_{MP}$, (включая t_{PLH}) t_s от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	10.03.23			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
32

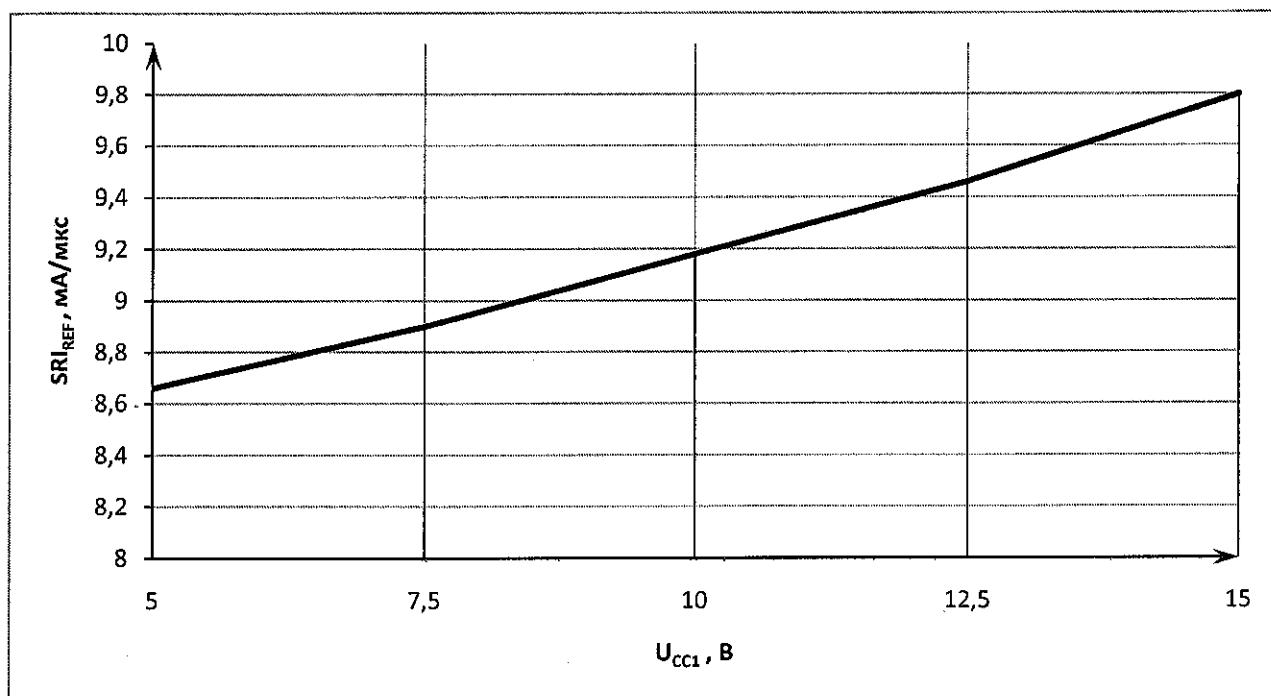


Рисунок 32 – Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} от U_{CC1} при ($U_{CC2} = -15$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

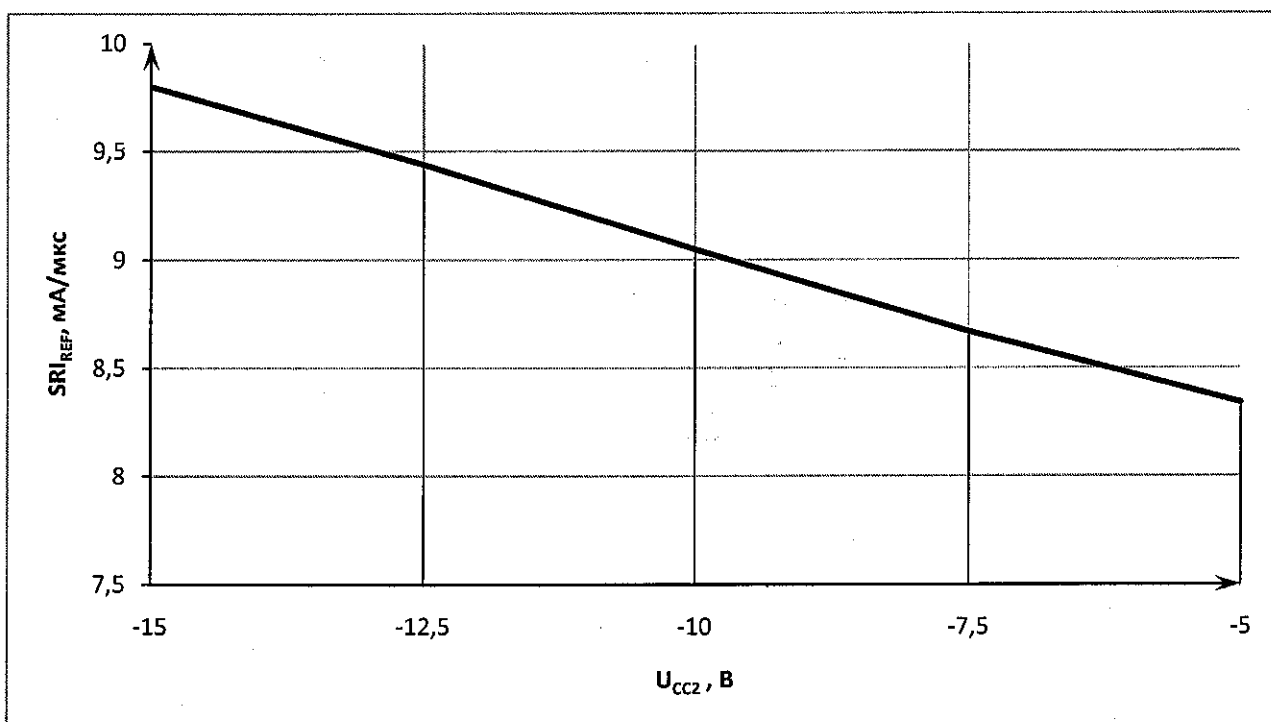


Рисунок 33 – Зависимость скорости нарастания опорного тока SRI_{REF} от U_{CC2} при ($U_{CC1} = 5$ В), ($I_{REF} = 2$ мА)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Жуков 06.03.23			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПАКД.431324.011Д1

Лист
33

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
108928	Бунц 06.03.23			

					ПАКД.431324.011Д1	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		34