

ДВУХКАНАЛЬНАЯ АНАЛОГОВАЯ МИКРОСХЕМА МН2ХА010-05 ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

О.В. Дворников, В.А. Чеховский

oleg_dvornikov@tut.by

Особенности схемотехники разработанной полузаказной ИС.

Дифференциальная система измерения температуры газового потока состоит из:

- двух струйно-акустических датчиков, расположенных в одном корпусе, но относящихся к двум каналам измерений, в которых возбуждаются акустические колебания;

- пьезоэлектрических преобразователей, преобразующих акустические колебания в электрические;

- фильтров нижних частот (ФНЧ), ограничивающих частоту электрических колебаний пьезоэлектрических преобразователей на уровне 31,2 кГц;

- инструментального усилителя (ИУ), усиливающего переменное напряжение с размахом от минимального до максимального значения (peak-to-peak, p.p.), приблизительно равного 2 мВ, в 750 раз;

- каскадов сдвига уровня, которые преобразуют сигнал переменного напряжения в однополярный сигнал с искусственной средней точкой равной половине напряжения питания (обычно 3,3 В) аналого-цифрового преобразователя, осуществляющего дальнейшую обработку сигнала.

В связи с тем, что ФНЧ обычно реализуются на дискретных элементах, в качестве ИУ и каскадов сдвига уровня дифференциальной системы измерения температуры газового потока допустимо использование серийно выпускаемой ИС МН2ХА010-03. Однако невозможность отключения неиспользуемых в таком двухканальном ИУ компонентов четырехканальной ИС МН2ХА010-03 и отсутствие регулировки тока потребления приводят к значительной величине тока потребления от источников питающих напряжений (в режиме «холостого хода» при напряжении питания ± 5 В ток потребления двухканального ИУ составляет около 53 мА) и избыточному быстродействию (полоса пропускания двухканального ИУ превышает технические требования более, чем в 10 раз).

Для осуществления плавной регулировки усиления и уменьшения тока потребления была разработана схема ИУ, одновременно осуществляющего сдвиг постоянного уровня выходного напряжения, и модернизирована схема ОУ, входящего в БСК МН2ХА010. Электрическая схема одного канала МН2ХА010-05 показана на рис. 1, а на рис. 2 приведена электрическая схема модернизированного ОУ.

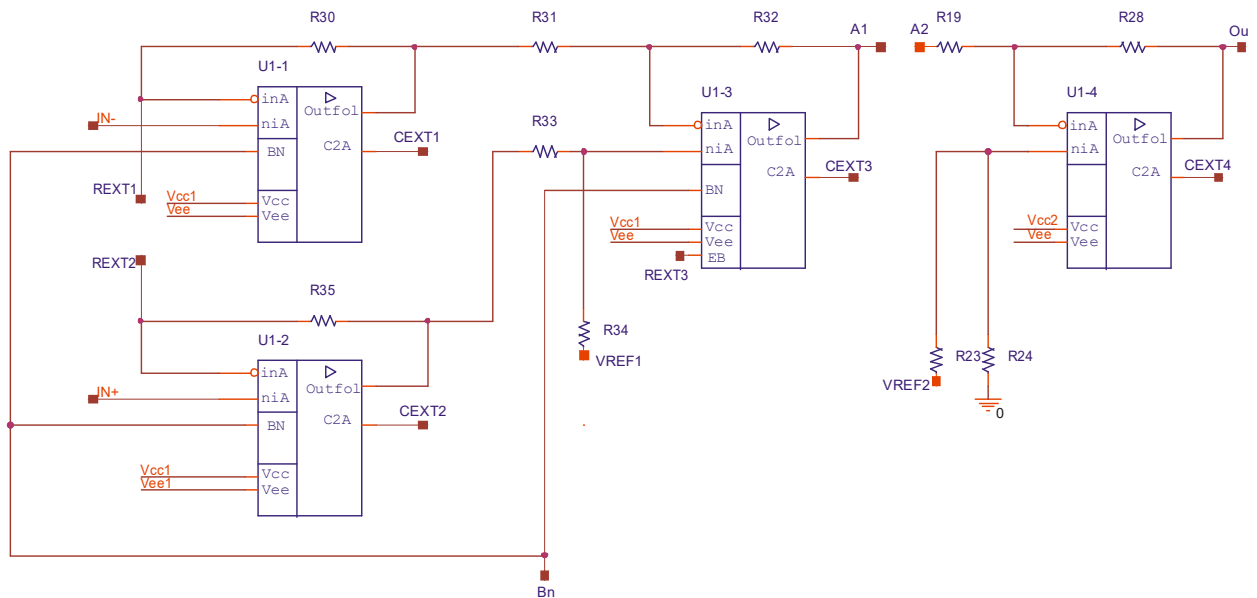


Рис. 1. Электрическая схема одного канала микросхемы MN2XA010-05

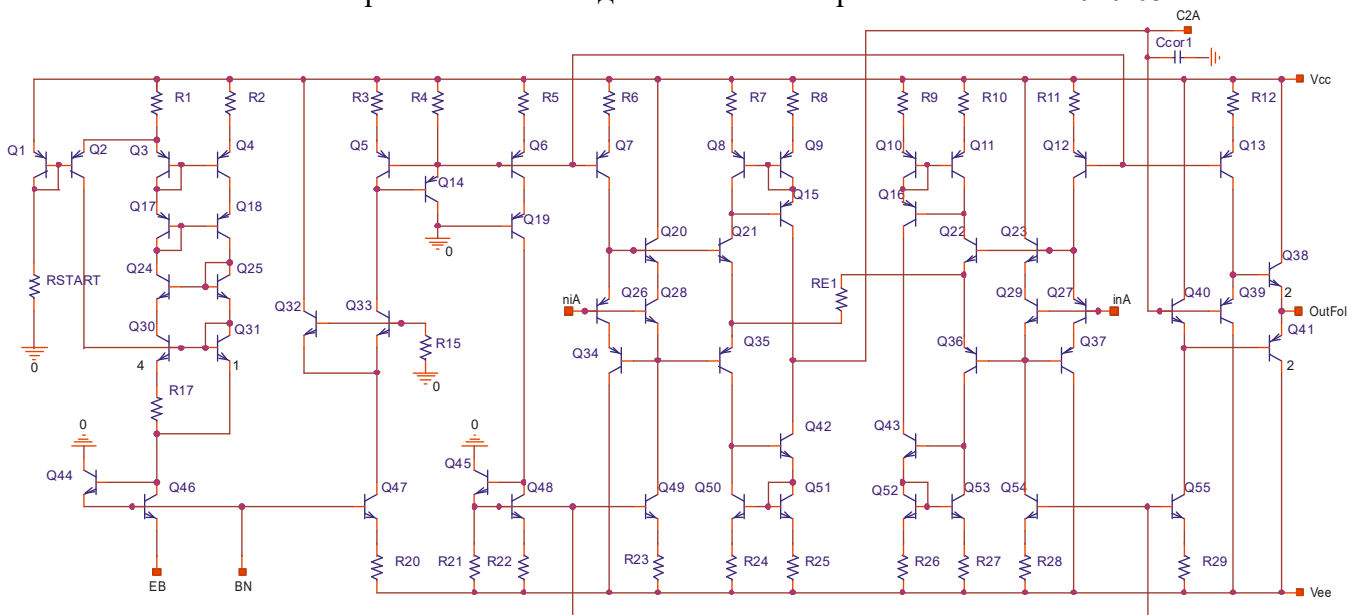


Рис. 2. Электрическая схема модернизированного ОУ

Каждый ОУ БСК MN2XA010 имеет блок смещения. В микросхеме MN2XA010-05 один блок смещения (Q1-Q4, Q17, Q18, Q24, Q25, Q30, Q31, Q44, Q46 на рис. 2), позволяет одновременно регулировать ток потребления трех ОУ (U1-1, U1-2, U1-3 на рис. 1) выбором сопротивления одного внешнего резистора R_{EXT3} , подключаемого между выводом REXT3 и шиной отрицательного напряжения питания V_{EE} . В усилителе U1-4 этот резистор расположен на кристалле и его сопротивление составляет 960 Ом.

Для расширения области применения в микросхеме предусмотрен ряд дополнительных возможностей:

- ИУ на ОУ U1-1, U1-2, U1-3 обеспечивает регулировку коэффициента усиления напряжения внешним резистором R_{EXT1-2} между выводами REXT1 и REXT2, тока потребления резистором R_{EXT3} , сдвига постоянного уровня выходного напряжения (в узле A1) за счет подключения внешнего источника напряжения к выводу VREF1, уменьшения полосы пропускания внешними конденсаторами, соединенными с выводами CEXT1 - CEXT3;

- в микросхеме предусмотрен дополнительный инвертирующий повторитель напряжения на ОУ U1-4 с отдельной шиной положительного напряжения питания V_{CC2} и возможностью регулировки постоянного уровня выходного напряжения V_{OU} (в узле Ou) за счет подключения внешнего источника напряжения к выводу VREF2.

Экспериментальные результаты.

Полупроводниковые пластины с кристаллами БСК были изготовлены на ОАО «ИНТЕГРАЛ». Измерения микросхем выполнялись с помощью комплекта оборудования, включающего: двухканальный генератор сигналов AFG3152C, набор фиксированных аттенуаторов, осциллограф MDO3052, двухканальный источник питающих напряжений, многооборотный потенциометр. Оборудование было объединено в единую систему с помощью шины GPIB. Управление выполнялось с помощью разработанного в среде «Agilent VEE» специализированного программного обеспечения для автоматизированного определения характеристик ИС. Основные результаты измерений экспериментальных образцов ИС приведены в таблице 1 и показаны на рис. 3-9. Большинство измерений выполнялось для условий обеспечения работы дифференциальной системы измерения температуры, а именно: на вход поступал синусоидальный сигнал $V_{INP} = 2$ мВ (p.p.); выходное напряжение при отсутствии входного сигнала V_{OU} устанавливалось на уровне около 1,6 В; номинальный коэффициент усиления напряжения на низкой частоте устанавливался около 750.

Кроме того, изучались возможности изменения параметров микросхемы МН2ХА010-05 за счет изменения номиналов внешних элементов.

Таблица 1. Основные результаты измерений микросхемы МН2ХА010-05 при напряжении питания $\pm 5,0$ В, $R_{EXT3} = 1,043$ кОм, $R_{EXT1-2} = 177$ Ом, $V_{INP} = 2$ мВ (p.p.)

Наименование параметра, режим измерения, единица измерения	Результаты измерений
Ток потребления от положительного источника питания хода (I_{CC+}) при $R_L = \infty$, мА	от 15,6 до 16,5
Входной ток, мкА	от 0,43 до 0,59
Коэффициент усиления напряжения (K_V) при частоте 500 Гц	от 735 до 765
Размах выходного напряжения при $V_{OU} = 1,6$ В и сопротивлении нагрузки $R_L = 470$ Ом, В	от 3,4 до 3,6

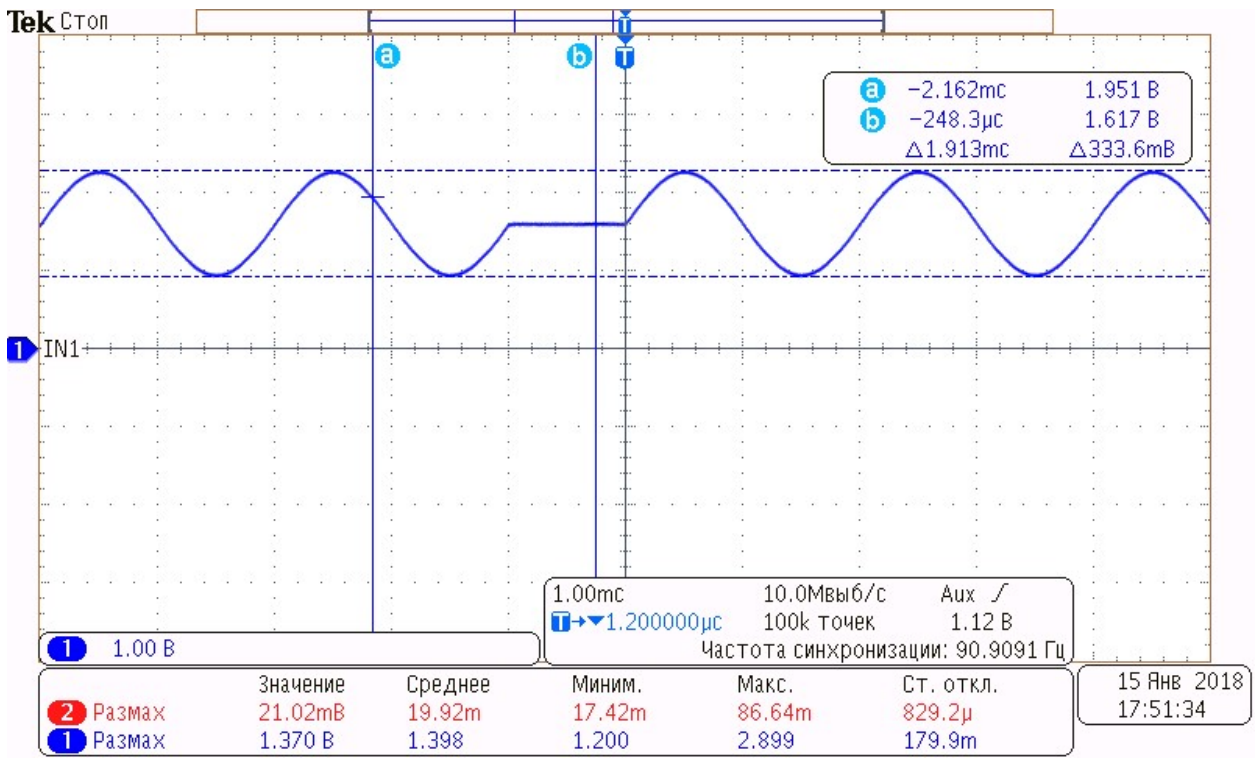


Рисунок 3 - Осциллограмма усредненного сигнала по выходу O_u при $V_{OU} \approx 1,6$ В и $V_{INP} = 2$ мВ (р.р.)

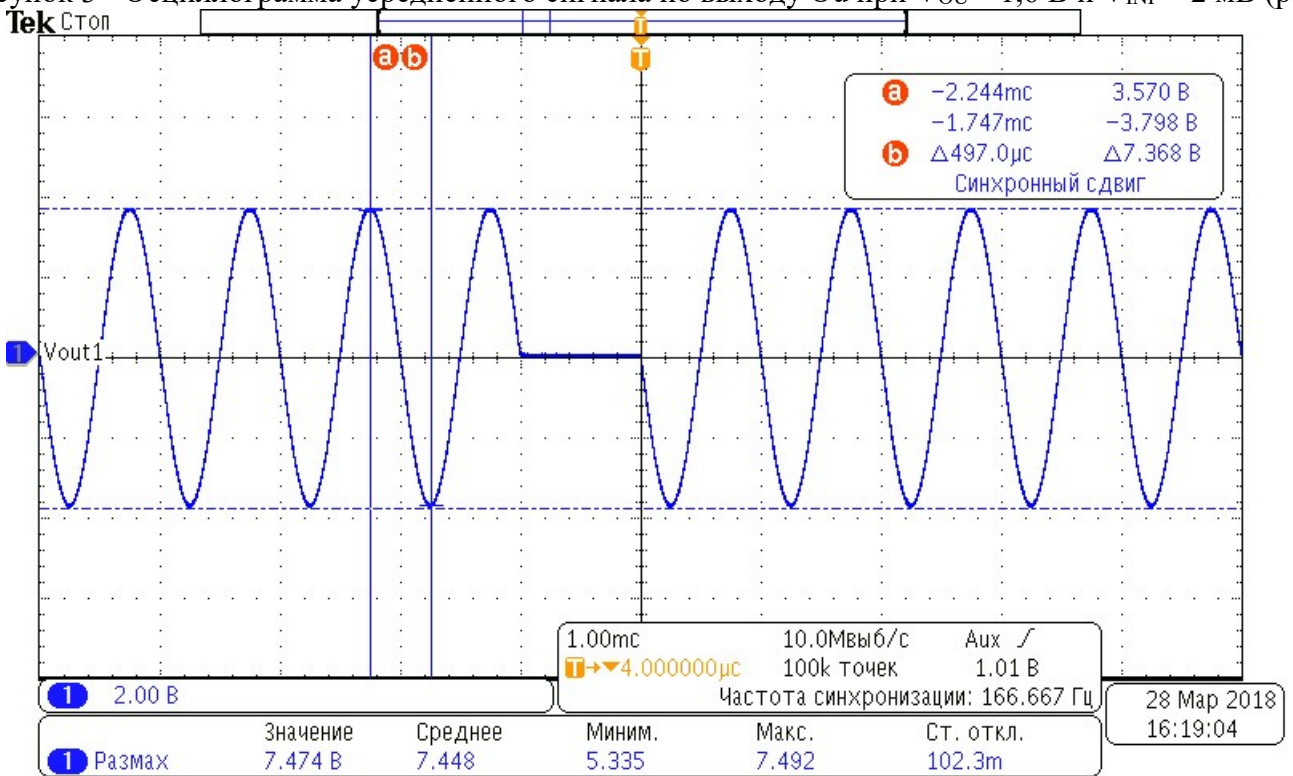


Рисунок 4 - Осциллограмма усредненного сигнала по выходу O_u при $V_{OU} \approx 0$ и $V_{INP} = 9,89$ мВ (р.р.)

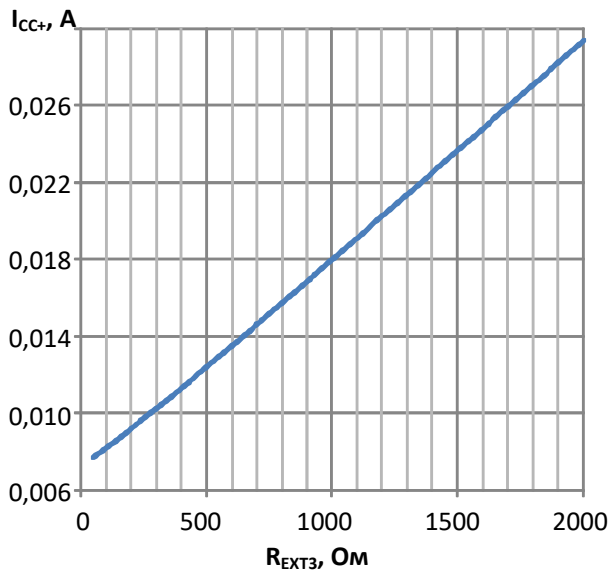


Рис. 5. Зависимость тока потребления I_{CC+} микросхемы МН2ХА010-05 от сопротивления резистора между выводами R_{EXT3} и V_{EE}

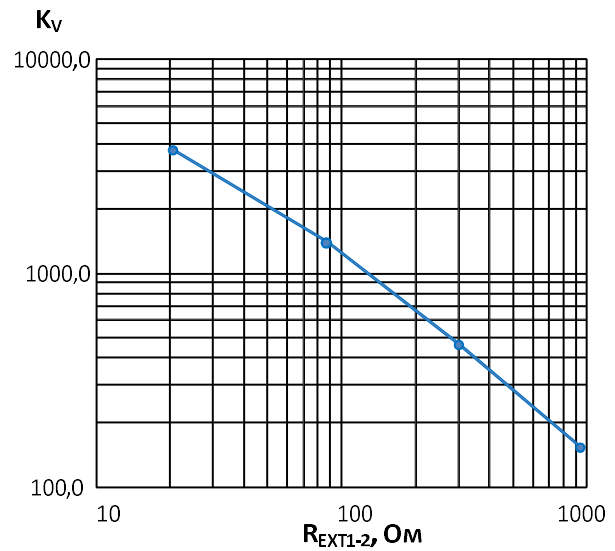


Рис. 6. Зависимость коэффициента усиления K_V от сопротивления резистора между выводами R_{EXT1} и R_{EXT2}

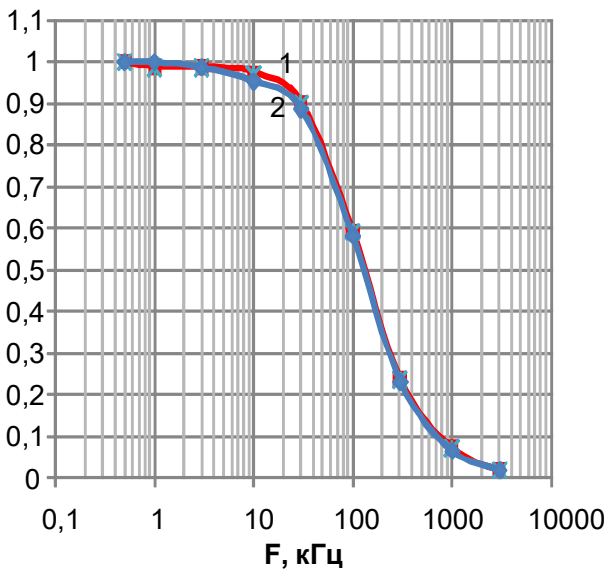


Рис. 7. Зависимость нормированного коэффициента передачи микросхемы МН2ХА010-05 на выходе O_u от частоты при $K_V = 750$, $I_{CC+} = 14 \text{ mA}$: 1 – $R_L = \infty$, 2 – $R_L = 470 \text{ Ohm}$

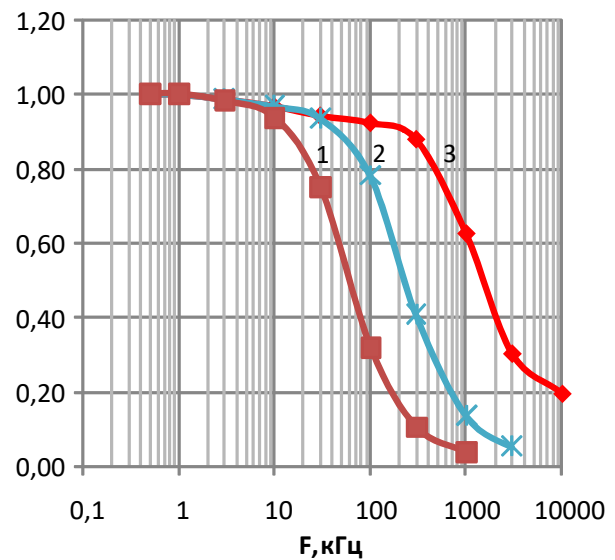


Рис. 8. Зависимость нормированного коэффициента передачи микросхемы МН2ХА010-05 на выходе O_u от частоты при $I_{CC+} = 19 \text{ mA}$, $C_{EXT4} = 10 \text{ pF}$: 1 – $K_V = 3500$; 2 – $K_V = 750$; 3 – $K_V = 140$

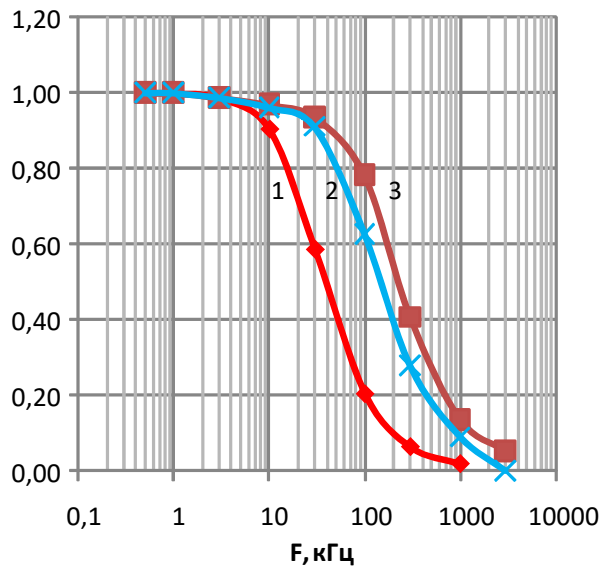


Рис. 9. Зависимость нормированного коэффициента передачи микросхемы МН2ХА010-05 на выходе O_{u1} от частоты при $K_V = 750$: 1– $I_{CC+} = 10$ мА, $C_{EXT4} = 68$ пФ; 2– $I_{CC+} = 14$ мА, $C_{EXT4} = 0$ пФ; 3 – $I_{CC+} = 19$ мА, $C_{EXT4} = 10$ пФ

Полученные результаты измерений позволяют сделать следующие выводы:

- разработанная микросхема МН2ХА010-05 удовлетворяет основным требованиям для работы в дифференциальной системе измерения температуры, а именно: обеспечивает плавную регулировку выходного напряжения и установку его на уровне около 1,6 В, усиление в 750 раз синусоидального сигнала с размахом 2 мВ (р.р.) (рис. 3). При этом ток потребления МН2ХА010-05 почти в 3,3 раза меньше, чем двухканального ИУ на основе МН2ХА010-03;

- при установке выходного напряжения около 0 В размах выходного напряжения увеличивается до 7,37 В (р.р.) (рис. 4);

- изменением сопротивления внешнего резистора R_{EXT3} возможно регулировать ток потребления МН2ХА010-05 в диапазоне от 8 мА до 29 мА (рис. 5), а резистором между выводами R_{EXT1} и R_{EXT2} изменять усиление от 140 до 3500 (рис. 6);

- подключение внешней нагрузки $R_L = 470$ Ом приводит к незначительному до 8 % уменьшению усиления по сравнению с режимом холостого хода и практически не влияет на амплитудно-частотную характеристику (рис. 7);

- при минимально допустимом коэффициенте усиления $K_V = 140$ полоса пропускания составляет 700 кГц, при номинальном $K_V = 750$ - 130 кГц, при максимальном $K_V = 3500$ - 35 кГц (рис. 8). При этом ток потребления микросхемы $I_{CC+} = 19$ мА;

- при номинальном усилении $K_V = 750$ за счет изменения тока потребления и емкости внешнего конденсатора C_{EXT4} возможно изменять полосу пропускания разработанной микросхемы от 20 кГц до 130 кГц (рис. 9).