

ПРОГРАММИРУЕМАЯ АНАЛОГОВАЯ МИКРОСХЕМА КомПАС-1 (5400ТРО35): ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В.В.Эннс, к.т.н.¹, Ю.М.Кобзев, к.т.н.², И.В.Корепанов³

УДК 621.3.049.774
ВАК 05.27.00

Программируемая пользователем аналоговая интегральная схема (ПАИС) КомПАС-1, имеющая обозначение 5400ТРО35 – развитие серии конфигурируемых аналого-цифровых микросхем 5400, разработанных в компании "Дизайн Центр "Союз". В отличие от базовых матричных кристаллов, составляющих основу серии 5400, конфигурирование ПАИС КомПАС-1 выполняется путем программирования электрических связей между встроенными блоками на стороне пользователя, а не нанесения слоя металлизации при производстве. В статье описываются основные характеристики микросхемы 5400ТРО35, области ее применения и особенности проектирования схем на ее основе.

Микросхема 5400ТРО35 выполнена по КМОП КНИ технологическому процессу ПАО "Микрон" и размещается в 48-выводном компактном металло-керамическом корпусе 5142.48-А. Температурный диапазон работы микросхемы от –60 до 85 °С. Микросхема отличается высокими стойкостью к специальным воздействующим факторам,

в том числе в условиях космического пространства (гарантированное отсутствие отказов при воздействии тяжелых заряженных частиц, стойкость к накопленной дозе), и надежностью – наработка на отказ составляет не менее 160 тыс. ч.

Программируемое ядро микросхемы содержит 22 усилительных блока, столько же прецизионных усилительных блоков, 44 блока пассивных компонентов и 9 блоков свободной конфигурации. Часть структурной схемы микросхемы КомПАС-1 приведена на рис.1.

Основа усилительного блока – rail-to-rail операционный усилитель (ОУ) с настраиваемой частотной коррекцией. Блок состоит из программируе-

¹ АО "Дизайн Центр "Союз", генеральный директор, mail@dcsoyuz.com.

² АО "Дизайн Центр "Союз", заместитель генерального директора по науке.

³ АО "Дизайн Центр "Союз", инженер-конструктор.

мого цифрового потенциометра, программируемой усилительной ячейки и коммутационных ключей. На основе блока можно реализовать следующие схемы: буферный единичный повторитель, компаратор, компаратор с гистерезисом, операционный усилитель с различной частотной коррекцией, усилитель с заданным коэффициентом усиления, делитель напряжения с буфером или без него и др. Ток потребления и динамика блока также программируются.

Основные характеристики усилительного блока (типичные значения):

- коэффициент усиления: 80 дБ;
- напряжение смещения: 5 мВ;
- задержка переключения компаратора: 0,2 мкс;
- скорость нарастания выходного напряжения: 5 В/мкс;
- температурный дрейф смещения нуля: 10 мкВ/°С.

Основа прецизионного усилительного блока – прецизионный ОУ. Блок предназначен для построения схем с малым смещением нуля и высокими точностными характеристиками. В его состав входят два программируемых цифровых потенциометра, реконфигурируемый усилительный блок и коммутационные ключи. На базе блока можно реализовать следующие схемы: прецизионный компаратор, прецизионный компаратор с гистерезисом, дифференциальный ОУ, полностью дифференциальный ОУ, усилитель с программируемым коэффициентом усиления, полностью дифференциальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления, программируемые делители напряжения с буфером или без него и другие. Динамика и ток потребления блока программируются. Для улучшения точностных характеристик возможна подача импульсов чоп-пер-стабилизации.

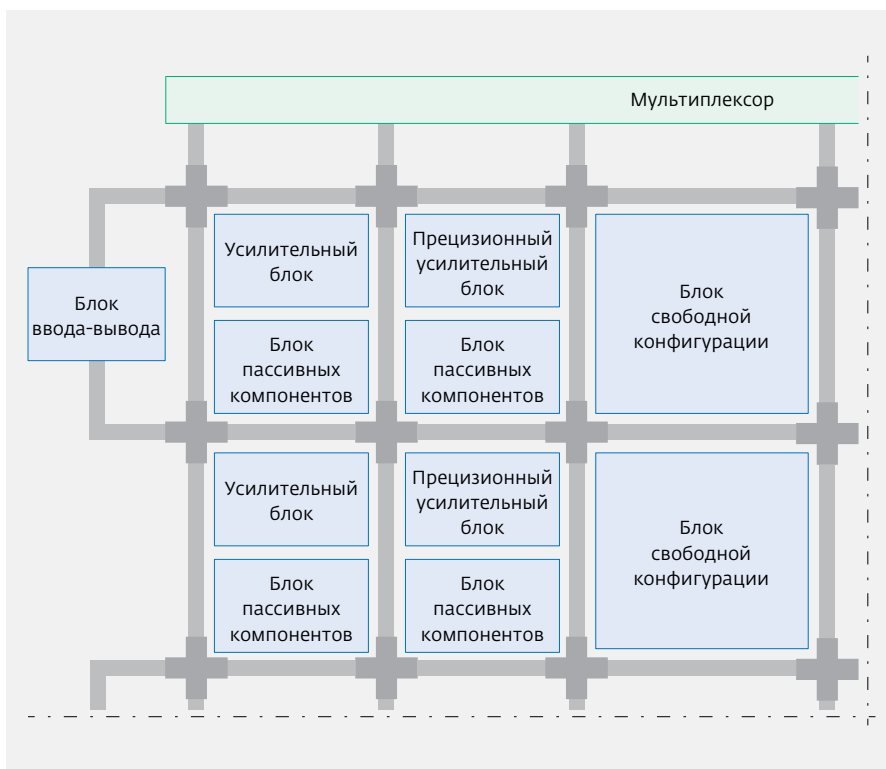


Рис.1. Фрагмент структурной схемы ПАИС КомПАС-1

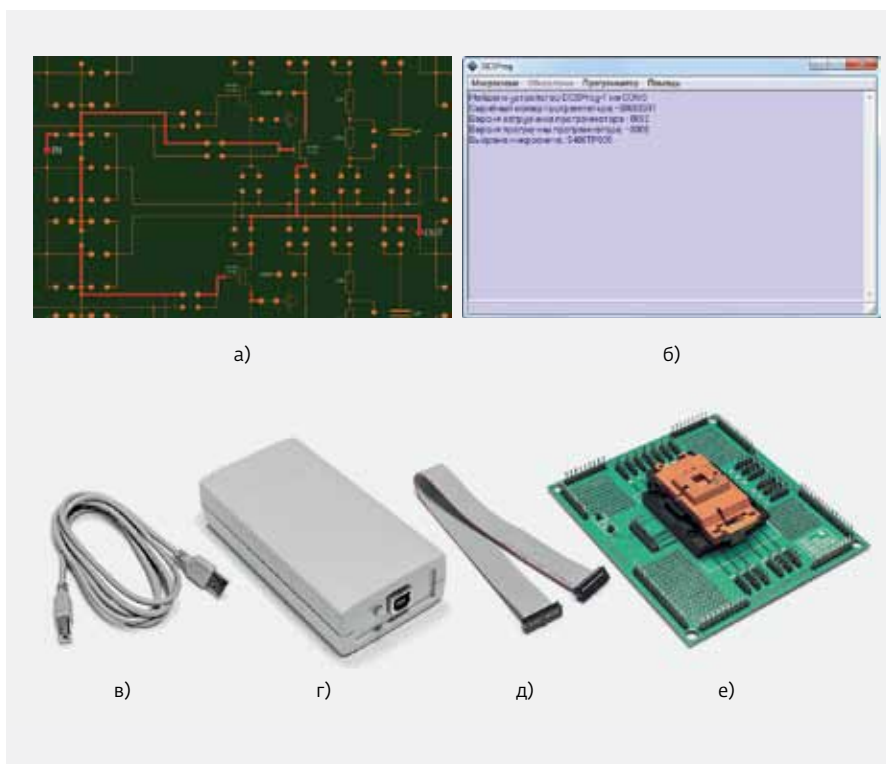


Рис.2. Отладочный комплект микросхемы 5400TP035: а) интерфейс САИР; б) интерфейс ПО программатора; в-д) элементы программатора; е) макетная плата

Основные характеристики прецизионного усилительного блока (типичные значения):

- коэффициент усиления: 100 дБ;
- напряжение смещения: 1 мВ (100 мкВ при включенной чоп-пер-стабилизации);
- задержка переключения компаратора: 0,3 мкс;
- скорость нарастания выходного напряжения: 2 В/мкс;
- температурный дрейф смещения нуля: 10 мкВ/°С;
- частота единичного усиления: 2 МГц.

Блоки пассивных компонентов, входящие в состав микросхемы, содержат программируемые резисторы, конденсаторы и коммутационные ключи. Блоки предназначены для работы в составе более сложных схем вместе с усилительными блоками.

Наряду со встроенными аналоговыми блоками, микросхема содержит модули, предназначен-

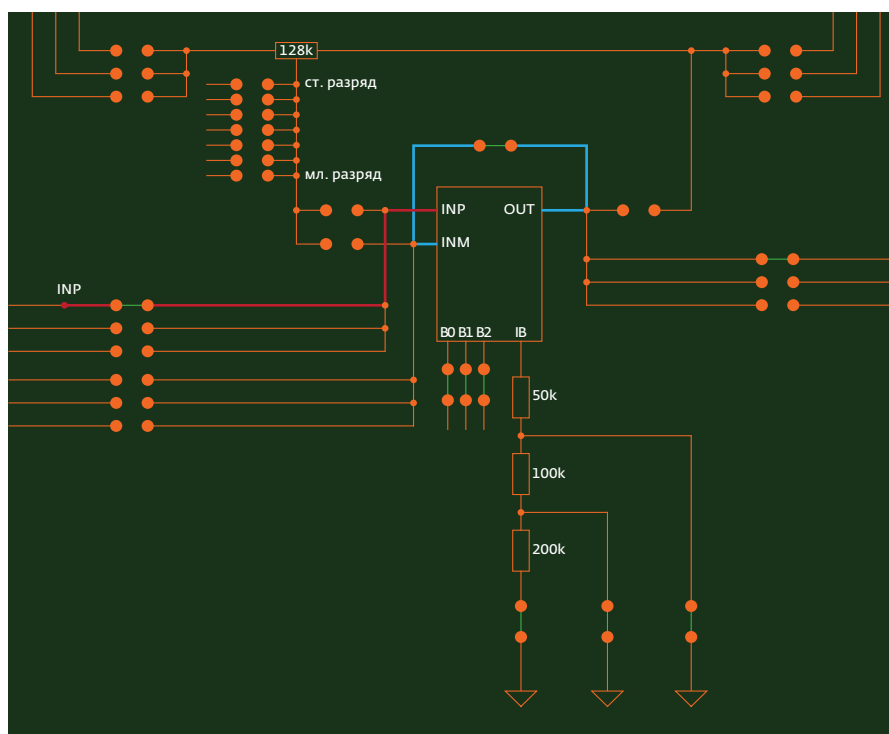


Рис.3. Аналоговый повторитель, реализованный на основе усилительного блока (синяя линия – отрицательная обратная связь, красная линия – положительный вход INP)

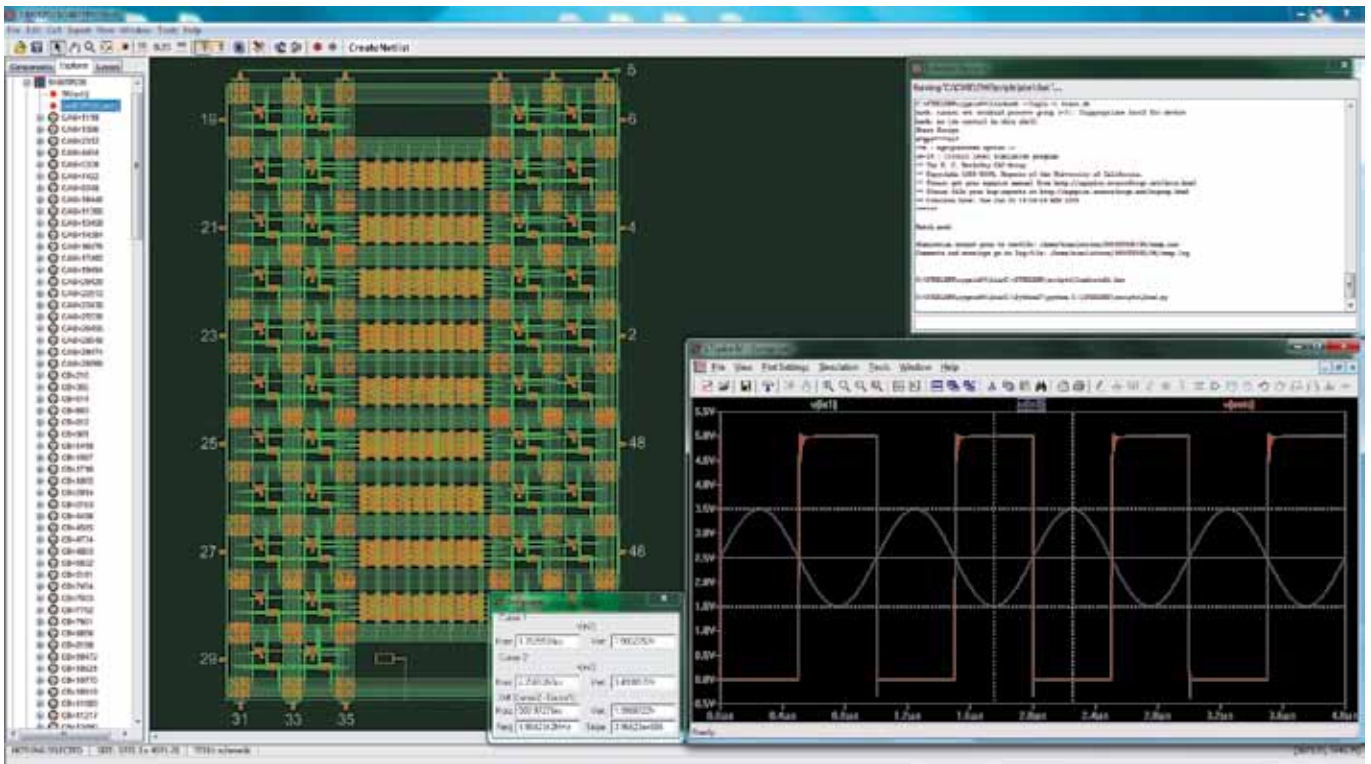


Рис.4. Интерфейс САПР для создания и моделирования электрических схем

ные для программирования узлов с произвольной электрической схемой на уровне отдельных транзисторов, резисторов и конденсаторов. Такой блок свободной конфигурации содержит 32 n-МОП транзистора и столько же p-МОП транзисторов, резисторы и конденсаторы.

Для связи ядра с контактными площадками по периферии кристалла расположены 18 портов ввода-вывода. В состав каждого из них входят аналоговый, цифровой буфер и коммутационные ключи.

Выходные сигналы могут быть выведены на площадки напрямую либо через аналоговый или цифровой буфер. Аналоговый буфер построен на основе операционного усилителя с нагрузочной способностью 30 мА. Цифровой буфер используется для вывода сигналов с выходов компараторов.

Для построения произвольной электрической схемы по всему кристаллу проложены шины коммутации и коммутационные блоки. Коммутационные связи на уровне микросхемы имеют три составляющие: глобальные, среднемагистральные и локальные.

Помимо программируемых блоков микросхема содержит источник опорного напряжения (ИОН) и мультимплексор.

Подстройка ИОН выполняется путем программирования. Напряжение на выходе ИОН можно контролировать с помощью мультиплексора.

В микросхеме применяется встроенный 8-канальный мультиплексор. При этом шесть каналов используются для ввода-вывода произвольных аналоговых или цифровых сигналов, один канал – для контроля

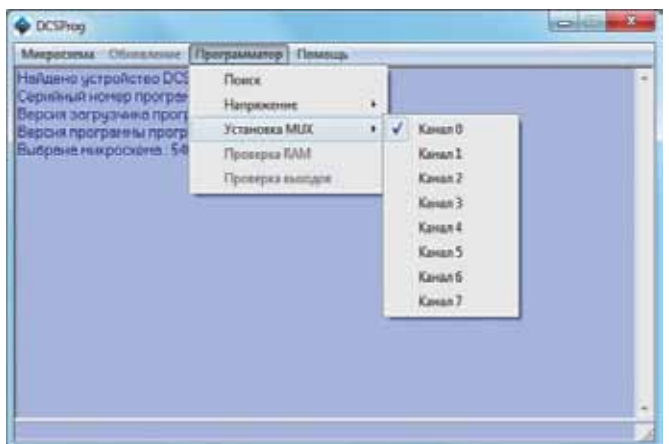


Рис.5. Интерфейс программы для записи данных в память микросхемы

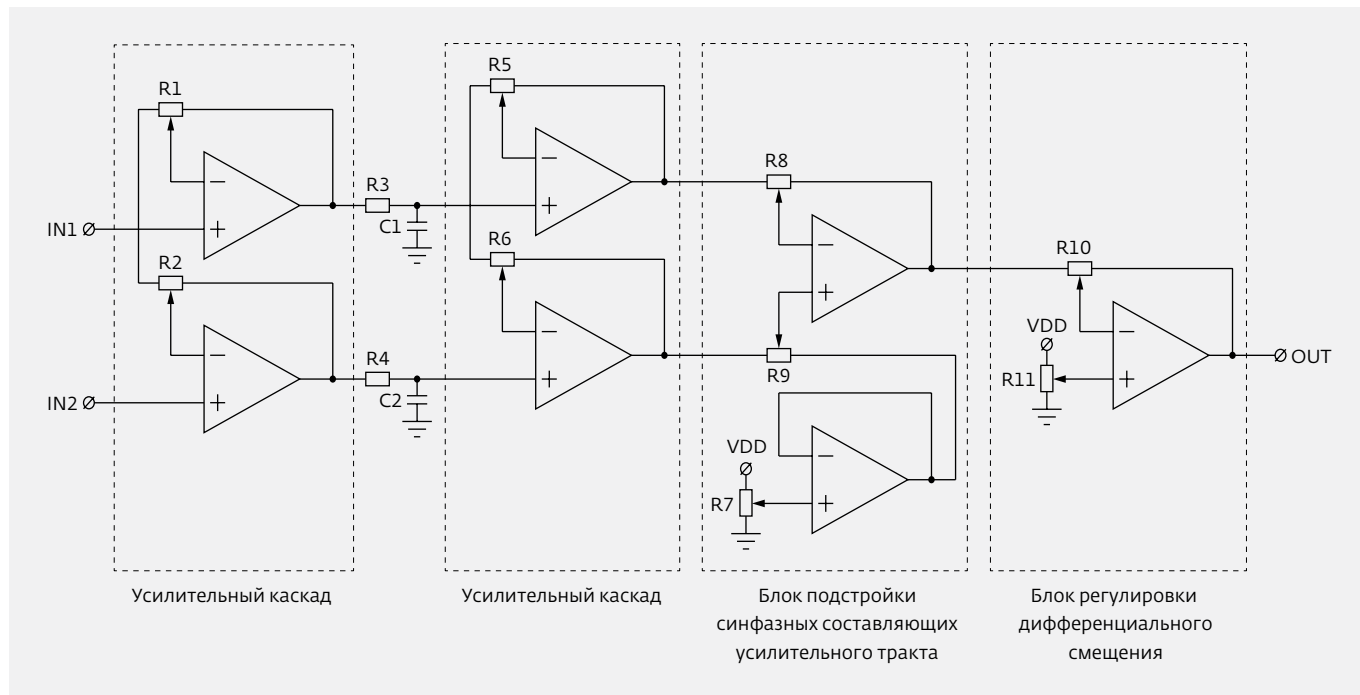


Рис.6. Структурная схема обработки данных с мостовых датчиков

напряжения ИОН и один – для контроля целостности конфигурационного кода.

Для разработки проектов на базе ПАИС КомПАС-1 компания "Дизайн Центр "Союз" предоставляет специализированный отладочный комплект (рис.2), включающий в себя САПР для создания и моделирования электрических схем, программатор со специализированным программным обеспечением (ПО) для записи данных в микросхему и макетную плату.

Маршрут проектирования состоит из следующих шагов:

- разработка и моделирование принципиальной электрической схемы;
- создание конфигурационной последовательности;
- прошивка микросхемы в режиме отладки и ее макетирование;
- прошивка микросхемы в энергонезависимую память.

Вместе с САПР потребитель получает библиотеку, которая представляет собой структурную схему микросхемы с коммутационными ключами. Пользователю необходимо провести пути сигналов, замыкая соответствующие ключи. В качестве примера проектирования можно привести реализацию аналогового повторителя на усилительном блоке (рис.3).

САПР поддерживает моделирование, что позволяет отладить устройство без программирования микросхемы (рис.4). Одновременно с этим создается конфигурационный файл.

Для загрузки полученной конфигурационной последовательности используется специализированное ПО (рис.5). С помощью программы можно загружать данные как без записи, так и с записью в энергонезависимую память.

Типовой пример схемы, которую можно реализовать на ПАИС КомПАС-1, показан на рис.6. Схема представляет собой усилительный каскад, предназначенный для обработки данных с мостовых датчиков. В ее состав входят два усилительных каскада с программируемым коэффициентом усиления, блок подстройки синфазных составляющих усилительного тракта и блок регулировки дифференциального смещения.

В заключение отметим, что схемами на основе ПАИС КомПАС-1 (5400TP035) можно заменить существенную часть схем обработки аналоговых сигналов. При этом производители аппаратуры получают гибкое решение, которое учитывает их потребности и позволяет с минимальными временными и аппаратными затратами создавать специализированные схемы, в том числе для эксплуатации в жестких условиях. ●