

УДК 681.883.063

А.В. Колчин, вед. инж., **В.Д. Лихтецкий**, гл. спец., **А.П. Мартынюк**, гл. конструктор,
нач. лаб., **В.И. Простомолотов**, нач. лаб., **Ю.А. Ромасевич**, гл. спец.

АО НИИ «RIF-ACVAAPARAT», г. Бельцы (Молдова)

ПРИЕМНЫЙ ТРАКТ НАВИГАЦИОННОГО ЭХОЛОТА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ АНАЛОГОВЫХ СТРУКТУР

Рассмотрена структура и технические характеристики программируемого приемного тракта на основе программируемых аналоговых схем (ПАИС) фирмы «ANADIGM». Дана оценка возможностей программируемых структур.

Приводятся характеристики программируемого универсального усилителя, используемого в современном навигационном эхолоте.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ, ВАРУ, ПАИС, АМПЛИТУДНЫЙ ДЕТЕКТОР, ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ

Обязательной составной частью гидроакустической аппаратуры является приемный тракт, основное назначение которого – выделение отраженных эхосигналов из шумовой и реверберационной компоненты и усиление до величины, достаточной для дальнейшей обработки. По способам усиления эхосигналов различают приемные тракты прямого усиления и супергетеродинные, по методам фильтрации – аналоговые и цифровые.

В настоящем материале рассматривается устройство, занимающее промежуточное положение между аналоговыми и цифровыми приемниками, совмещающие в себе их достоинства, что в конечном итоге обеспечивает для приемного тракта:

- стабильность параметров во времени и от температурных перепадов от -40 до +65°C;
- способность работать как с традиционными, так и новыми методами обработки сигнала, с возможностью использования опыта разработки и эксплуатации аналоговых устройств;
- многоканальность с идентичными характеристиками;
- программируемость (перестройка) как предварительная, так и в процессе функционирования.

В АО НИИ «RIF-ACVAAPARAT» разработан универсальный усилитель УУ на базе функциональных элементов – динамически конфигурируемых ПАИС типа AN221E04 фирмы ANADIGM [1], что позволяет набором из четырех конфигурируемых аналоговых блоков (для одной ПАИС) получить до 36 конфигурируемых аналоговых модулей, при этом обеспечивается возможность изменения функциональной структуры и параметров в реальном времени в работающем устройстве.

Универсальный усилитель УУ имеет следующие параметры:

- динамический диапазон входных сигналов до 110 дБ;
- рабочие частоты от 5 кГц до 300 кГц;
- максимальная чувствительность – 2,5 мкВ;

- уровень собственных шумов, приведенных ко входу при максимальной чувствительности и полосе пропускания 1200 Гц – 0,8 мкВ;
- подавление сигналов зеркального канала более 36 дБ;
- полоса пропускания избирательной системы выделения сигнала от 25 Гц до 30000 Гц при коэффициенте прямоугольности 8...9 (структура фильтра, центральная частота и полоса могут изменяться в процессе функционирования);
- аттенюатор АРУ с ослаблением сигнала до 60 дБ, управляемый напряжением от 0 до 3,3 В;
- аттенюатор ВАРУ с ослаблением сигнала до 60 дБ, с программируемой длительностью возрастания характеристики ВАРУ от 20 до 1500 мс.

Структурная схема усилителя универсального представлена на рис. 1.

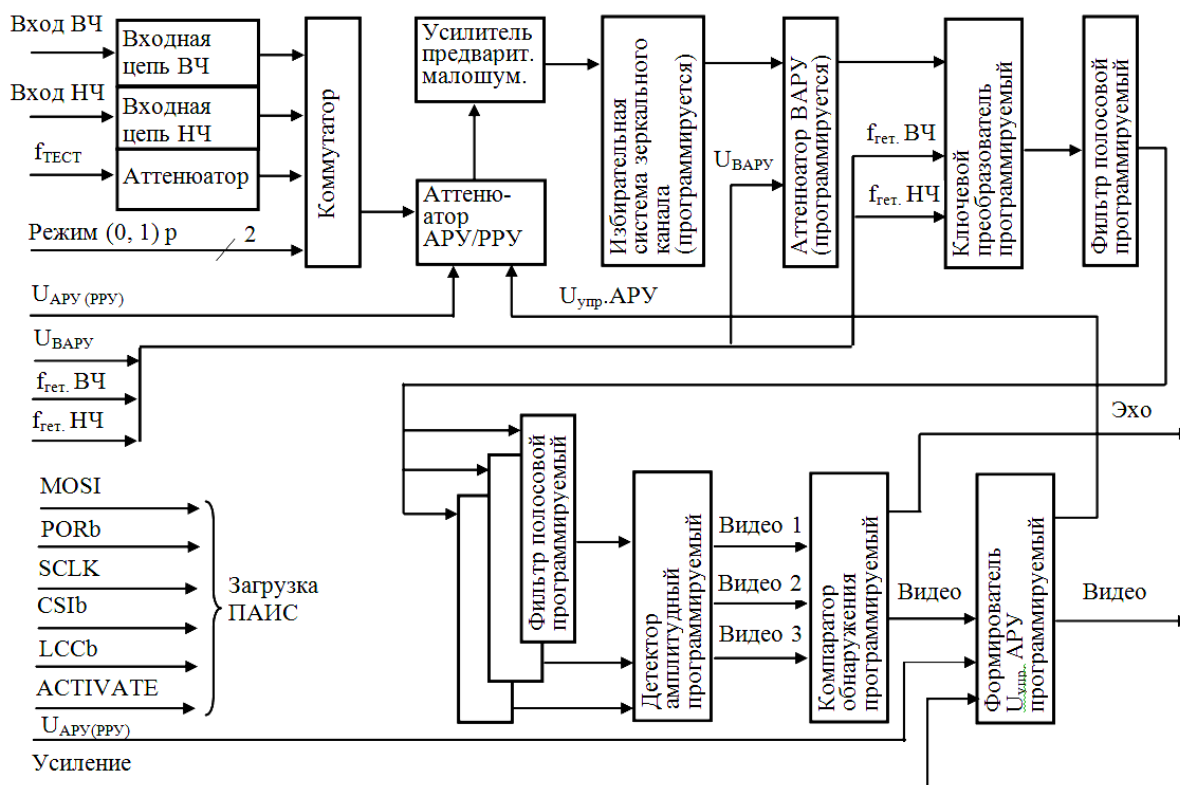


Рисунок 1 – Структурная схема усилителя универсального УУ

Усилитель универсальный содержит следующие функциональные элементы:

- двухвходовая входная цепь сигналов низкочастотного (НЧ) канала (от 5 до 100 кГц) и высокочастотного (ВЧ) канала (от 90 до 300 кГц) с элементами защиты от перенапряжения в режимах излучения и гальванической развязкой от цепей гидроакустических антенн;
- коммутатор режимов работы обеспечивает переключение входных цепей ВЧ, НЧ каналов в рабочем режиме и подключение тестового сигнала « $f_{\text{тест}}$ » в контрольном режиме к каскадам усилителя. Управление коммутатором производится внешними сигналами «Режим (0, 1) р»;
- аттенюатор АРУ/РРУ – регулируемый делитель напряжения на диодах

обеспечивает изменение коэффициента усиления до 60 дБ при линейности регулирования ~ 20 % при малом уровне шумов. В усилителе реализована автоматическая регулировка усиления по уровню шума. Атенюатор может управляться и внешним управляющим напряжением «U_{АРУ}», программируемыми внешними устройствами под необходимые законы регулирования или ручным регулятором (РРУ);

– малошумящий предварительный усилитель с коэффициентом усиления 20...30;

– избирательная система на функциональном элементе ПАИС AN221E04 выполняется как усилитель с коэффициентом усиления от 0,01 до 100 и полосовыми фильтрами, обеспечивающими необходимую избирательность по зеркальному каналу в диапазоне рабочих частот от 5 кГц до 300 кГц. Параметры фильтров (центральная частота, полоса пропускания) устанавливаются и корректируются в рабочих режимах внешним управляющим устройством по загрузочным цепям ПАИС;

– аттенюатор ВАРУ на функциональном элементе ПАИС конфигурируется как усилитель, коэффициент усиления которого зависит от управляющего напряжения «U_{ВАРУ}», поступающего от внешнего управляющего устройства. Управляющее напряжение имеет табличные значения для реализации различных коэффициентов усиления в схеме ВАРУ. Необходимые характеристики ВАРУ корректируются программно как при предварительном конфигурировании, так и в рабочих циклах;

– ключевой преобразователь частоты на ПАИС AN221E04 конфигурируется как усилитель с фильтром и контролем полярности, на вход которого подаются сигналы на рабочих частотах, на вход контроля полярности – сигналы гетеродинов. На выходе включается фильтр выделения сигнала промежуточной частоты. Режим работы преобразователя и параметры фильтра корректируются в рабочих циклах;

– полосовые одноканальные и многоканальные фильтры, обеспечивающие выделение сигнала из шумовой помехи. Фильтры реализуются на ПАИС AN221E04 и представляют собой систему, состоящую из четырех последовательных биквадратных звеньев с аппроксимацией амплитудно-частотной характеристики по Бесселю. В процессе работы структура и параметры фильтров оперативно изменяются в зависимости от глубины. Минимизация влияния коммутационных помех в приемном тракте достигается возможностью обработки сигналов в полностью дифференциальной форме и использованием во входных каскадах ПАИС фильтров НЧ второго порядка с программируемой частотой среза;

– детектор амплитудный, компаратор-обнаружитель и формирователь управляющего напряжения «U_{АРУ}» также выполнены на ПАИС AN221E04, что позволяет произвести настройку параметров этих узлов программными средствами при предварительном конфигурировании, а также выполнить необходимые подстройки (корректировки) по результатам испытаний.

Стабильность амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик приемно-усилительного тракта определяется в основном стабильностью частоты синхронизирующих кварцевых генераторов и не зависит от программно-управляющих команд. Программирование УУ, то есть загрузка конфигурации в ПАИС, производится до начала излучения вне цикла обзора (излучение – прием). Контроль работоспособности усилителя производится в процессе загрузки рабочей конфигурации путем анализа бита правильности загрузки, а также путем подачи калиброванного тестового сигнала на вход усилителя с последующим анализом уровня этого сигнала на выходе усилителя.

Особенностью усилителя универсального УУ является реализация всех основных узлов приемного тракта на динамически конфигурируемых ПАИС, что позволяет изменять функциональную структуру и необходимые параметры приемного тракта в реальном времени в работающем устройстве. Это дает возможность адаптировать структуру и характеристики приемного тракта под меняющийся характер входных сигналов и, соответственно, условия функционирования.

Выводы.

Создание приемного тракта на функциональных элементах ПАИС обеспечило:

- возможность автоматической адаптации к условиям приема и характеру сигнала;
- высокую стабильность параметров во времени в температурном диапазоне от минус 40 до 65 °С;
- схемотехническое упрощение и, как следствие, снижение массы, габаритов, существенное повышение надежности;
- снижение цены из-за более высокой технологичности, небольшого числа и невысокой цены компонентов при массовом производстве;
- возможность применения универсального приемно-усилительного устройства в гидроакустических системах различного назначения;
- использование усилителя универсального УУ в глубоководном навигационном эхолоте НЭЛ-М1 позволило в четыре раза сократить занимаемый объем и площадь печатных плат для размещения узлов приемного тракта в сравнении с приемным трактом, реализуемым на элементах с расширенными функциональными возможностями (активные фильтры UAF-42, MAX274, усилительные каскады с переменными коэффициентами передачи PGA202. PGA203).

Литература

1. www.anadigm.com

Стаття надійшла до редакції 19 грудня 2013 р. російською мовою

А.В. Колчин, В.Д. Лихтецкий, А.П. Мартиноук, В.И. Простомолотов, Ю.А. Ромасевич
ПРИЙОМНИЙ ТРАКТ НАВІГАЦІЙНОГО ЕХОЛОТА НА ОСНОВІ ПРОГРАМОВАНИХ
АНАЛОГОВИХ СТРУКТУР

Розглянуто структуру і технічні характеристики програмованого прийомного тракту на основі програмованих аналогових схем (ПАИС) фірми «ANADIGM». Дано оцінку можливостей програмованих структур.

Наведено характеристики програмованого універсального підсилювача, що використовується в сучасному навігаційному ехолоті.

A.V. Kolchin, V.D. Lihtetsky, A.P. Martiniuc, V.I. Prostomolotov, J.A. Romasevich
NAVIGATIONAL ECHO SOUNDER RECEPTION SUBSYSTEM ON THE BASIS OF PROGRAMMABLE
ANALOGUE STRUCTURES

The structure and technical characteristics of the programmable reception subsystem on the basis of the ANADIGM inc field - programmable analog array (FPAA) are considered. The estimate of potentialities of the programmable structures is given.

The characteristics of the programmable universal amplifier used in the up-to-date navigational echo sounder are indicated.