

Радиопроцессоры CML для морской системы автоматической идентификации



Артем Козлов, радионженер компании «БИС Электроник»

E-mail: artem_kozlov@bis-el.kiev.ua

С помощью радиопроцессоров компании CML Microcircuits можно реализовать современное оборудование АИС с высокой производительностью, повышенной надежностью, низким энергопотреблением и минимумом применяемых дополнительных компонентов.

Рост интенсивности мирового судоходства, появление высокоэффективных дорогостоящих судов, увеличение их размеров и скоростей определяют повышенные требования к обеспечению безопасности мореплавания.

Одним из путей повышения безопасности мореплавания является широкое внедрение автоматических систем, основанных на комплексном использовании средств связи, вычислительной техники и навигации. В результате объединения возможностей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), систем автоматической цифровой радиосвязи и систем электронной картографии появились реальные предпосылки внедрения принципиально новых информационных технологий и систем, позволяющих эффективно и оперативно решать вопросы управления движением судов, обмена информацией как между судами, так и между судами и берегом. Такие системы, получившие название АИС (автоматические идентификационные системы, Automatic Identification System — AIS), обеспечивают автоматический обмен наиболее важными навигационными данными между судами и береговыми станциями в УКВ диапазоне морской подвижной службы и в значительной мере дополняют традиционные судовые навигационные комплексы на основе РЛС.

Идея разработки АИС возникла в конце восьмидесятых годов прошлого века в результате возросшей необходимости информационного обмена судов с берегом для обеспечения безопасности судоходства и повышения эффективности эксплуатации судов. Первоначально в качестве технического средства выступал «транспондер» (от *transmit* — передавать и *respond* — отвечать) — устройство, которое отвечало на запросы береговых станций системы регулирования движением судов и передавало самую необходимую информацию о судне. Впоследствии данная идея была расширена и включила в себя дополнительные требования по обеспечению обмена данными между судами для решения задач предупреждения столкновений. Однако название «транспондер» успешно закрепилось за данным устройством и сейчас этот термин часто используется для обозначения судовой аппаратуры АИС.

Значительные изменения в развитии информационных технологий, техники связи и телекоммуникаций, навигационных систем обеспечили возможность решения задач информационного обмена между судами и береговыми станциями на более высоком уровне, чем это предполагалось в первоначальных вариантах.

Сегодня АИС является одним из основных элементов системы мониторинга судов не только в прибрежной зоне, но и далеко за ее пределами, поскольку имеет так называемый режим дальней связи, использующий спутниковые системы связи. Предусмотрено также использование АИС при лоцманской проводке судов, передаче сообщений по безопасности мореплавания, передаче дифференциальных поправок для приемников глобальной спутниковой навигации и в других специальных приложениях. На рис. 1 показана визуализация данных, полученных с помощью АИС.

АИС позволяет обрабатывать свыше 4 000 донесений в минуту и обновлять содержание сообщений каждые две секунды; использует технические средства самоорганизованного множественного доступа с временным уплотнением, обеспечивая устойчивую и надежную работу при высокой скорости обмена данными и высокой плотности судов.

Чтобы избежать проблем с интерференцией и не нарушать коммуникации других объектов, АИС использует два синхронных канала приема и один канал передачи с переключением частоты. Применяется частотная модуляция с манипуляцией GMSK 9600, а также запасной цифровой избирательный канал (DSC) с частотной модуляцией для управления и наблюдения за системой.

АИС позволяет береговым станциям и морским судам обмениваться информацией между собой без каких-либо централизованных базовых станций и контроллеров.

Сеть АИС функционирует в автономном режиме и автоматически адап-

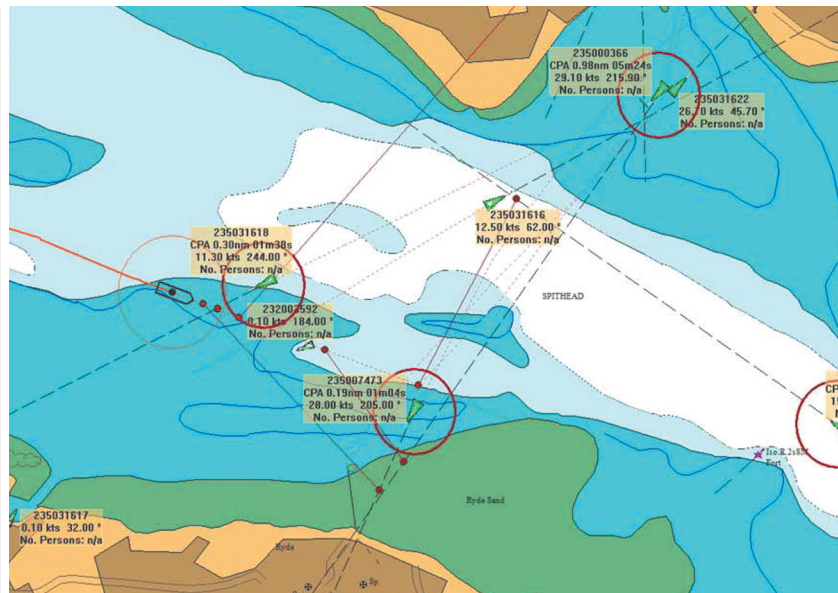


Рисунок 1 Визуализация данных, полученных с помощью AIS

тируется к транспондерам, которые то входят в область его работы, то выходят из нее. Протокол SOTDMA позволяет системе точно синхронизировать свою работу со спутниковой системой навигации или локальным отсчетным временем. Системные требования к AIS определены международным стандартом ITU-M 1371-1.

ФУНКЦИИ AIS

АИС выполняет следующие функции:

- автоматическую идентификацию судов (номер судна IMO, MMSI, позывной и название), прием и передачу по радиоканалам AIS навигационной информации (координаты, курс, скорость, скорость поворота и т.д.), рейсовой информации (пункт назначения, ожидаемое время прибытия, тип груза) и статической информации (название и позывной судна, габариты и осадка судна, положение антенны); выдачу этих видов информации для отображения на минимальном дисплее AIS и дисплее электронных карт;
- получение координат судна и параметров его движения от внешнего источника (ГНСС, лага, компаса или интегрирующего устройства, например, электронной картографической системы);
- определение координат судна при помощи внутреннего ГНСС приемника, в том числе с использованием дифференциального режима;

- прием и выдачу статических, рейсовых данных, текстовых и двоичных сообщений на электронные карты;
- передачу по каналам AIS дифференциальных поправок ГНСС (функция базовой станции);
- прием дифференциальных поправок ГНСС по каналу AIS и выдачу их приемнику ГНСС внешнему и встроенному (функция мобильной станции);
- выдачу информации о состоянии AIS на пульт управления и отображения и внешнее оборудование;
- выдачу рассчитанных по координатам судов и собственным координатам пеленгов и дистанций до этих судов;
- задание (береговыми AIS) соответствующих режимов работы судовым и береговым станциям, в том числе задание районов, частот, мощности излучения, слотов, периодов докладов, количества повторов докладов, а также режимов работы ретрансляторов. Включение/выключение резервных береговых станций (репитеров) AIS.

Следует отметить, что AIS как средство радиосвязи является также объектом в общей системе обеспечения безопасности (security) в соответствии с Международным кодексом по охране судов и портовых средств.

ОБОРУДОВАНИЕ AIS

Оборудование AIS — это автоматическое приемопередающее ус-

тройство, способное осуществлять оперативный обмен данными между судами (идентификатор, координаты, курс, скорость и др.) и береговыми станциями. Это позволяет другим судам принимать, декодировать и отображать полученные данные и сверять их с данными других навигационных систем (радары, GPS, эхолоты). На рис. 2 изображен судовый дисплей AIS.

В соответствии с Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (SOLAS) приборы **AIS класса А** являются обязательными для судов с водоизмещением свыше 300 тонн, для всех танкеров и для пассажирских судов, выполняющих международные рейсы. Передача данных осуществляется на международных каналах связи AIS 1 и AIS 2 в протоколе SOTDMA.

Для работы системы требуются 3 параллельных приемника и один передатчик:

- прием — два GMSK AIS 9 600 бод и один FSK DSC 1 200 бод;
- передача — один передатчик, который переключается между первым и вторым каналом AIS.

Также требуется ретрансляция детальной информации о местонахождении и параметрах судна. Частота передачи зависит от скорости корабля (при скорости <14 узлов, передача данных каждые 10 секунд).

Для приборов AIS класса А существуют высокие требования к производительности, а именно, к мощности передачи, рабочему диапазону и частоте обновления данных.

Суда и яхты с меньшим водоизмещением могут быть оборудованы прибором **AIS класса Б**. Спецификация класса Б является упрощенной версией спецификации класса А. Недорогие приемники обеспечивают пользователя данными о местонахождении больших судов для вывода их на дисплей или на самописец (картплоттер). Это позволя-



Рисунок 2 Судовой дисплей AIS класса А

ет реализовать точную автоматическую систему уклонения от столкновений на небольших судах.

АИС класса Б сейчас не является обязательным, но в них есть реальная потребность из-за его отличных возможностей для обеспечения безопасности. Приборы данного класса используют протокол CSTDMA (вариант с SOTDMA готовится к выпуску). Для функционирования данной системы требуется два параллельных приемника и один передатчик:

- передача — один GMSK AIS 9 600 бод;
- прием — один передатчик, который переключается между первым и вторым каналом АИС.

Обязательна ретрансляция данных о местоположении судна и минимальной информации о его статусе. Частота передачи зависит от скорости корабля (при <14 узлов, передача данных каждые 30 секунд).

Рыночные преимущества приборов класса Б перед приборами класса А:

- меньше стоимость оборудования;
- меньше размер оборудования;
- меньше энергопотребление;
- упрощенная схема;
- большой рыночный потенциал.

Приборы АИС, работающие только на прием также имеют большой рыночный потенциал. Они идеально подходят для любительских и развлекательных плавсредств. Данный вид изделий не обязательно привязывать к требованиям АИС класса А и Б. Здесь требуется только одинарный или двойной канал приема, использующий GMSK AIS 9 600 бод.

Рыночные преимущества:

- очень низкая стоимость;
- небольшой размер;
- низкое потребление;
- упрощенная схема;
- огромный рыночный потенциал.

Средства навигационного оборудования (Aids to Navigation – AtoN) работают только на передачу в системе АИС. В основном это радиобуи. В эфир поступает только передача данных о местонахождении буя.

Рыночные преимущества:

- очень низкая цена;
- небольшой размер;
- низкое потребление;
- упрощенная схема.

АИС транспондеры для поиска и спасения (Search and Rescue Transponders - SART) используют сигнал АИС для определения местоположения потерпевших аварию судов для ближайших судов и спасательных служб.

Многие суда, а также летательные аппараты имеют **аварийные радиобуи** (Emergency Position Indicating Radio Beacon — EPIRB), которые используются для передачи сигнала о местоположении судна через спутники, чтобы вызвать спасательные службы. Также используется функция транспондера для поиска и спасения, когда аварийный радиобуй находится в диапазоне АИС.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ КОМПАНИИ CML MICROCIRCUITS

Компания CML Microcircuits выпускает три радиопроцессора для примене-

ния во всех типах оборудования системы АИС. В табл. 1 представлены основные параметры данных процессоров.

При использовании АИС процессоров компании CML можно реализовать современное оборудование высокой производительности, повышенной надежности и с минимумом применяемых компонентов.

Во-первых, микросхемы высокой интеграции позволяют отказаться от двух АЦП для каналов приема, от одного ЦАП для канала передачи, от цифровых процессоров (до трех DSP) и памяти к ним (SDRAM, Flash). За счет этого получаем меньшее число компонентов в системе.

Кроме того, радиопроцессоры CML позволяют отказаться от связующей логики и/или FPGA, которые требуются для расширения последовательной шины и соединения множества АЦП, ЦАП и DSP. Это ведет к отказу от дополнительных ЦАП и АЦП, от операционных усилителей для управления ВЧ частью и цепей слежения, а также от импульсных усилителей пилообразного сигнала.

Во-вторых, для управления радиопроцессором CML требуется только один недорогой микроконтроллер с небольшой производительностью.

В-третьих, разработчикам удастся значительно сократить время проектирования за счет доступных отладочных средств с постоянной техподдержкой реализуемых проектов.

В итоге, АИС оборудование собственного производства получают недорогими, имеют небольшие габариты и низкое энергопотребление.

CMX910 — это радиопроцессор морской системы АИС с синхронным ВЧ интерфейсом. На базе этого процессора реализуется АИС оборудование класса А и Б, с поддержкой STDMA и CSTDMA протоколов.

Микросхема работает с сигналом полудуплексной GMSK и FSK модуляции, а также поддерживает DSC (цифровой избирательный вызов).

CMX910 позволяет гибко управлять длительностью посылок и синхронизацией, имеет два синхронных канала приема, один канал передачи, а также дополнительный FSK интерфейс. Реализованы переключения между полосой 12.5 кГц и 25 кГц.

Процессор поддерживает режимы работы как с форматированными данными АИС, так и с неформатированными данными RAW.

Микросхема оснащена высокопроизводительным GMSK декодером,

Таблица 1. Основные параметры АИС процессоров CML Microcircuits			
Параметры	CMX910	CMX7032	CMX7042
Модуляция	GMSK и FSK	GMSK и FSK	GMSK и FSK
Класс АИС	А и Б	Б	Б
Форматирования АИС данных на чип	HDLC и NRZI	HDLC и NRZI	HDLC и NRZI
Режим приема	АИС и DSC	АИС и DSC	АИС и DSC
Режим передачи	АИС и DSC	АИС	АИС
Полоса ВЧ канала	12.5 и 25 кГц	25 кГц	25 кГц
Интерфейс приема	Синхронный	Дифференциальный ограничитель-дискриминатор	Дифференциальный ограничитель-дискриминатор
Интерфейс передачи	Синхронный	Двухточечная модуляция, синхронный	Двухточечная модуляция, синхронный
Дополнительные АЦП и ЦАП	5 АЦП и 5 ЦАП по 10 бит	4 АЦП и 4 ЦАП по 10 бит	4 АЦП и 4 ЦАП по 10 бит
ВЧ синтезаторы	нет	2 отдельных (100–600 МГц)	нет
Интерфейс управления	C-BUS, порт расширения	C-BUS	C-BUS
АИС протокол	SOTDMA, CSTDMA	SOTDMA, CSTDMA	SOTDMA, CSTDMA
Конфигурация	Файл конфигурации	Function Image™	Function Image™
Питание	3.0–3.6 В	3.0–3.6 В	3.0–3.6 В
Корпус	LQFP-64, VQFN-64	LQFP-64, VQFN-64	LQFP-48, VQFN-48
Отладочные средства	EV9100	PE0201+PE0001	PE0401+PE0001

цифровым промежуточным фильтром, системным таймером с интерфейсом для синхронизации с UTC (время по Гринвичу), а также последовательным C-BUS интерфейсом.

Применение радиопроцессора CMX910 позволяет отказаться:

- от двух АИС демодуляторов в тракте приема;
- от одного АИС модулятора в тракте передачи;
- от одного модулятора/демодулятора в тракте приема/передачи для цифрового избирательного вызова;
- от ненадежных фильтров промежуточной частоты;
- от ненадежных калибраторов канала в тракте приема;
- от большого числа вспомогательных АЦП и ЦАП;
- от дополнительных опорных ВЧ генераторов (не требуется больше одного опорного ВЧ генератора);
- от реализации сложных систем и программ.

АИС радиопроцессор CMX910 производится в миниатюрных 64-выводных корпусах VQFN или LQFP.

Для ускорения реализации проектов на базе CMX910 специалисты компании CML предлагают отладочный модуль EV9100. С помощью этого модуля разработчик сможет изучить и оценить все тонкости работы современного АИС радиопроцессора.

Микросхемы **CMX7032** и **CMX7042** созданы для реализации АИС оборудования класса Б и другого оборудования АИС. Они представляют собой радиопроцессоры с ограничителем-дискриминатором в передающем тракте.

Ядро процессора CMX7032 такое же, как у CMX7042, а отличаются эти микросхемы только периферией:

- CMX7032 имеет на борту два дополнительных ВЧ синтезатора;
- CMX7042 выпускается без ВЧ синтезаторов и позволяет выбрать внешние синтезаторы на усмотрение разработчика.

Разработчики CML отдают себе отчет в том, что совмещение на одном кристалле цифровой части и синтезаторов может повлечь за собой некоторое ухудшение селективности радиостанции. Шумы встроенных процессоров, безусловно, не улучшат спектр синтезаторов. Несмотря на то, что кристалл максимально оптимизирован (между аналоговой и цифровой частями располагается широкая земля), CML, тем не менее, предлагает для серьезных профессиональных решений другую

версию — CMX7042. В этой версии нет встроенных синтезаторов и разработчик может сам выбрать наилучшее решение и расположить его в отдельном экранированном отсеке.

Принцип работы этих АИС процессоров — полудуплексный обмен данными, для чего они имеют на борту два параллельных ограничителя-дискриминатора в тракте приема и организован один АИС тракт передачи с поддержкой синхронной или двухточечной модуляции.

Микросхемы CMX7032 и CMX7042 содержат полудуплексный GMSK АИС модем и DSC FDK демодулятор, 4 встроенных 10-битных ЦАП, 2 встроенных 10-битных АЦП, 2 ВЧ синтезатора, 2 выхода для программирования системного тактового генератора, а также дополнительные интегрированные схемы для контроля и управления ВЧ частью.

Они оснащены выходом для отключения тракта передачи внешним оборудованием, входом для тактирования внешним микроконтроллером, последовательным C-BUS интерфейсом.

CMX7032 и CMX7042 поддерживают протокол CSTDMA, требуют низковольтного питания 3.3 В и выпускаются в миниатюрных корпусах VQFN/LQFP.

Процессоры CMX7032, CMX7042 находят свое применение в:

- оборудовании АИС класса Б с ограничителем-дискриминатором в передающем ВЧ тракте;
- транспондерах АИС класса Б;
- АИС модулях, работающих на передаче;
- АИС модулях, работающих на прием;
- средства навигации АИС (АТoN);
- АИС транспонеры для поиска и спасения;
- спасательных радиомаяках АИС.

Отладочные средства:

- PE0201 — отладочная плата для CMX7032;
- PE0401 — отладочная плата для CMX7042;
- PE0001 — универсальная интерфейсная плата;
- DE70321 — демонстрационный модуль, АИС класса Б (см. рис. 3).

CML предлагает открытый доступ к своему portalу (MyCML), на котором выложены загрузочные коды для программирования микросхемы, программное обеспечение с API функциями высокого уровня. Интерфейсная плата позволяет начать работу с PE0201/PE0401 через интерфейс RS-232, минуя последовательную шину C-BUS.

Отладочная плата содержит как стыковочный разъем для интерфейсной

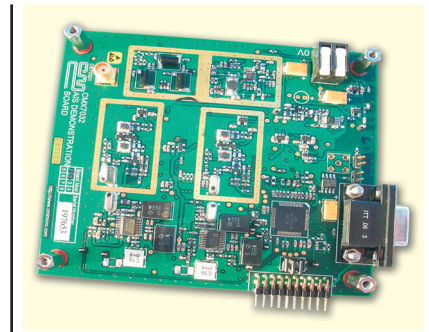


Рисунок 3 Демонстрационный модуль DE70321

платы, так и выход на последовательный интерфейс C-BUS для управления от микроконтроллера пользователя.

Кроме перечисленных микросхем компания CML предлагает еще ряд своих изделий для применения в АИС.

CMX991 — одночиповый ВЧ передатчик с рабочим диапазоном от 100 до 1 000 МГц, с квадратурной модуляцией и низким уровнем промежуточной частоты. Микросхема спроектирована с учетом спроса на недорогие интегральные решения для приемопередатчиков с точной обработкой ВЧ сигнала.

CMX589A — полнодуплексный GMSK-модем с диапазоном скоростей передачи данных 4–200 кбод.

FX604 — микросхема-модем стандарта V.23 с быстродействием до 1 200 бит/с и низким энергопотреблением.

Более подробную информацию об АИС радиопроцессорах CML Microcircuits можно найти на сайте www.cmlmicro.com, а также обратившись к украинскому дистрибьютору — компании «БИС Электроникс»:

**03680, г. Киев,
ул.Радищева, 10/14,
тел./факс: (044) 490-35-99,
www.bis-el.com**

Литература:

1. В.М. Кошевой, А.В. Шишкин, В.И. Купровский. Система и устройство автоматической идентификации судов. Учебное пособие. ОДЕССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ — Одесса: ОНМА, 2005.
2. Орлов С., Новый интегрированный подход к построению радиостанций, CHIP NEWS Украина, №10, 2006.
3. CML Marine AIS Product Information Pack. June 2009.
4. www.cmlmicro.com