

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАЯЧКОВОГО ОТВЕТЧИКА СИСТЕМЫ ОПОЗНАВАНИЯ МКХА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ АТСРБС

Надеев А. Ф., Иванченко А. Я., Рахимов Д. Р., Зульхарнеев Р. Р., Поджурков И. А.

Кафедра радиоэлектронных и телекоммуникационных систем, Казанский национальный
исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева

Казань, Российская Федерация

E-mail: alesiaiwn@mail.ru, rakhimovdamir05@gmail.com

В рамках работ по разработке программного обеспечения макета технологического маячкового ответчика для обеспечения проверки работоспособности запросчика системы опознавания МКХА и системы управления воздушным движением АТСРБС осуществлена сравнительная оценка вариантов построения технологического ответчика D диапазона, проведены патентные исследования, разработано программное обеспечение для критических функций, обеспечивающих реализацию требуемых технических характеристики.

ВВЕДЕНИЕ

В ходе разработки программного обеспечения макета технологического маячкового ответчика для обеспечения проверки работоспособности запросчика системы опознавания МКХА и системы управления воздушным движением АТСРБС, решаются следующие основные задачи: разработка концепции построения технологического ответчика, выбор программно-аппаратных средств; разработка основных функций для макета технологического ответчика; разработка конфигурации аппаратных средств; разработка программного обеспечения для макета технологического ответчика, а также проводится патентный поиск имеющегося оборудования для тестирования ответчиков/запросчиков систем опознавания и управления воздушным движением, с целью прогнозирования перспектив, планирования деятельности и нахождения возможных прототипов.

I. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАЯЧКОВОГО ОТВЕТЧИКА

Выполнение регулярных и безопасных полётов в условиях всё возрастающей интенсивности воздушного движения обуславливает развитие радиотехнических средств УВД и опознавания в международном (D) диапазоне волн.

Система управления воздушным движением содержит ответчик, установленный на борту самолёта, наземный радар, системы вторичной радиолокации, установленный на пункте управления воздушным движением. Запросчик периодически отправляет запрос, после чего ждёт прихода ответа. Ответчик, принявший запрос. Декодирует его, принимает решение об ответе и передаёт необходимую информацию в обратном направлении.

Макет технологического маячкового ответчика системы опознавания МКХА и систем

управления воздушным движением АТСРБС (далее ТМО-Д) должен обеспечивать проверку работоспособности запросчика системы опознавания МКХА и системы управления воздушным движением АТСРБС в составе РЛС или при автономном функционировании запросчика в режимах 1, 2, 3/A, B, C на нескольких фиксированных кодах.

Всего существует более 10 режимов опознавания, из них в ходе проекта, реализуется номинально 6 режимов, а фактически 5 режимов (некоторые режимы имеют одинаковую структуру).

Режим 1 – Общее опознавание «своей» военных объектов.

Режим 2 – Индивидуальное опознавание военных объектов.

Режим 3 – Опознавание военных объектов.

Режим A – Опознавание гражданских объектов.

Режим B – Общее опознавание гражданских объектов.

Режим C – Режим запроса и передачи высоты воздушных гражданских и военных объектов.

II. ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

В процессе разработки макета ТМО-Д был проведен патентный поиск, задачей которого было обнаружение патентов на тему разработки систем тестирования запросчиков системы опознавания МКХА и системы управления воздушным движением АТСРБС, а также автоматизированных комплексов для проверки работоспособности систем запросчиков/ответчиков.

На данную тему регулярно патентуются изделия, в большей части заявки на патенты и патенты регистрируются в Америке, Европе и Японии, некоторая часть зарегистрирована в России, преимущественно патенты выданные в Советском Союзе по тематике отечественной системы Управления Воздушным Движением (УВД).

Большая часть всех патентов описывает алгоритмы увеличения дальности работы вторичных радиолокаторов, увеличение надёжности приёма запросов и общей структуры системы.

В результате патентного поиска был найден ряд аналогов. По ряду патентов можно сделать вывод, что в настоящее время идёт расширение возможностей блоков вторичной радиолокации. В одном блоке стараются совместить одновременно несколько устройств. Так, в данном патенте описывается устройство ответчика, работающего одновременно в нескольких режимах ответа и на нескольких частотных диапазонах. Был найден прототип, изобретение относящееся к тестирующему оборудованию, а именно к оборудованию для тестирования запросчиков/ответчиков, использующихся в системах опознавания «свой-чужой». Данный патент описывает оборудование для тестирования запросчиков и ответчика, находящихся в непосредственной близости друг от друга, включает в свой состав такие блоки как РЧ приёмник, детектор, сдвиговый регистр, временной контроллер, модулятор и РЧ передатчик. Кроме того, описано решение совмещения функции тестирования запросчика и ответчика в едином устройстве. При этом, в патенте описывается способ совместного тестирования запросчика и ответчика, находящихся в непосредственной близости от тестирующего оборудования.

Основными преимуществами нашей разработки над выявленными аналогами является:

1. Модульность – ни один из прототипов не является модульным прибором, а это значит, что данные приборы являются узконаправленными и выполняют только одну функцию. Предлагаемый нами вариант технологического ответчика, является более гибким решением, так как основывается на концепции модульных приборов РХИ.
2. Реконфигурируемость – как уже говорилось ранее, система состоит из модульных приборов, основной функционал реализуется с помощью программ, которые входят в состав плат сбора данных и специальных плат обработки данных с встроенными ПЛИС. Изменяя программное наполнение аппаратных модулей, можно изменять конечный функционал комплекса. Разработка и установка программным модулем позволяет сократить затраты на покупку новых систем наладки и тестирования при выпуске нового оборудования с другими алгоритмами работы.
3. Внедрение ПЛИС и ЦСП. В данной системе обработка сигнала, начиная с промежуточной частоты, ведётся полностью цифровыми методами. Для этого используются ПЛИС и встроенные ядра цифровых сигнальных процессоров. Данное решение в наше время является широко применяемым.
4. Открытость и интегрируемость в состав сквозных систем проектирования. Современные стандарты проектирования и тестирования систем требуют средств проверки работоспособности и верификации функций, осуществляемых технологическим ответчиком на всех этапах разработки системы управления воздушным движением.

В большинстве найденных патентов не упоминается о возможности быстрой проверки работоспособности модуля проверки запросчика, однако сама концепция модульных приборов позволяет это осуществить без использования дополнительных сторонних средств. Все результаты разработки интегрируются в единую среду, в нашем случае это среда визуального программирования LabVIEW, с помощью которой можно увязать работу всех модулей, входящих в состав технологического ответчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения Разработки макета технологического маячкового ответчика системы опознавания МкХА и системы УВД АТСРБС» в соответствии с Техническим заданием были получены следующие основные результаты:

- Проанализированы заданные режимы работы системы опознавания МкХА и системы УВД АТСРБС, уточнены требования к форматам запросных и ответных сигналов, соответствующих процедурам организации информационного обмена
- Проведены патентные исследования и выявлен ряд аналогов
- Разработана концепция построения технологического ответчика, осуществлен выбор программно-аппаратных средств
- Разработаны основные функции макета технологического ответчика
- Разработана конфигурация аппаратных средств макета технологического ответчика.
- Разработано программное обеспечение для критических функций, обеспечивающих реализацию требуемых технических характеристик макета технологического маячкового ответчика. Проверено обеспечение заданного минимального времени обработки принятого запросного сигнала

1. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Радио и связь, 1983. – 536 с.
2. Теория электрической связи: Учебник для вузов / А.Г.Зюко, Д.Д.Кловский, В.И.Коржик, М.В.Назаров; Под ред. Д.Д.Кловского. – М.: Радио и связь, 1999.
3. Прокис Д. Цифровая связь. Пер с англ./ Под ред. Д.Д.Кловского. – М.: Радио и связь, 200.
4. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. – М.: Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.
5. Bruce Fette Implementing SDR Technologies with MATLAB/Simulink// MathWorks Aerospace Symposium – 2004.
6. Software Defined Radio The Software Communications Architecture. Bard J., Kovarik V. // Wiley.2007. 469 p.
7. www.ni.com