

Бейлекчи Д.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

### **Исследование и разработка программно-аппаратной структуры пультов оператора распределенной системы диспетчерской связи**

В данной работе проводятся исследование и разработка структуры устройства пульта оператора распределенной системы диспетчерской связи на основе технологий IP-телефонии.

Целью проекта является создание программно-аппаратной структуры пульта, позволяющей выполнять одновременный обмен речевыми сигналами с несколькими устройствами системы для обеспечения конференц-связи и циркулярного обмена без использования центрального сервера IP-телефонии.

Согласно поставленным целям разработки программно-аппаратные ресурсы устройства должны обеспечивать коммутацию и обработку не менее 16 входящих речевых цифровых потоков аудиоданных в режиме циркулярной связи и не менее 10 дуплексных аудиоканалов в режиме конференц-связи. Для передачи аудиоданных используется стандартный протокол IP-телефонии RTP, согласно RFC3550.

Для анализа и оценки программно-аппаратной структуры разрабатываемого устройства применена методика, реализующая алгоритм метода, описанного в [1], которая предполагает формирование, оценку программно-аппаратных структур и выбор из набора программных и аппаратных элементов только тех, характеристики параметров которых входят в ограничения, заданные техническим заданием и установкам разработчика.

Процесс разработки программно-аппаратных систем и устройств в них входящих разделяется на три этапа: разработка алгоритмов, разработка программного обеспечения и разработка или выбор аппаратной конфигурации. Все этапы взаимосвязаны по входным данным и параметрам разрабатываемой системы и по факту выполняются параллельно. Так, например, при разработке алгоритмов функционирования необходимо параллельно определить состав технических средств, на которых будут реализовываться алгоритмы.

При разработке устройства системы диспетчерской связи необходимо распределить программы и данные по элементам системы. Эффективность системы зависит от того, насколько оптимально распределены функции между отдельными структурными элементами. Состав аппаратной конфигурации определяется множеством программных функций, которые должны реализовываться в общем телекоммуникационной системой. При проведении функционального анализа разрабатываемой системы необходимо составить модель обработки данных. Алгоритм принятия решения по формированию структуры устройства на основании приведенного метода приведен на рис. 1.

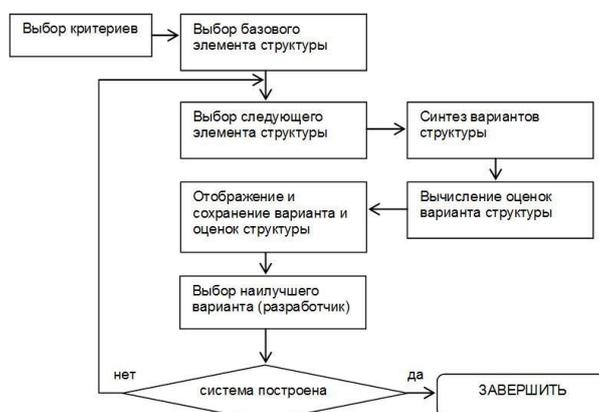


Рис. 1 – Алгоритм принятия решения по формированию структуры устройства.

Применение алгоритма по определению конфигурации устройства, позволило решить задачу разработки функциональной схемы устройства цифровой диспетчерской связи, состоящего из двух основных модулей и обеспечивающего требуемые характеристики.

Модуль аудиоинтерфейса представляет собой программно-аппаратный модуль, на основе аудиокодека с мини DSP-процессором, обеспечивающий:

- коммутацию входных и выходных аудиосигналов на различные аудиоустройства (внешние/встроенные микрофоны, громкоговоритель, линейный вход/выход);
- управляемое усиление выходных и входных сигналов;
- адаптивную фильтрацию входного сигнала;
- цифро-аналоговое преобразование и аналого-цифровое преобразование с задаваемой частотой дискретизации (8, 16, 32 кГц);
- обмен аудиоданными с процессорным модулем по цифровому аудиоинтерфейсу SAI.

Модуль центрального процессора основан на микроконтроллере архитектуры ARM Cortex-M7 обеспечивающий:

- управление и обмен данными с модулем аудиоинтерфейса;
- обработку аудиосигналов, поступающих от модуля аудиоинтерфейса и сети Ethernet (микширование, кодирование и декодирование аудиопотоков);
- реализация протоколов взаимодействия с другими устройствами и обмен аудиоданными по сети Ethernet;
- обработку состояния органов управления и вывод состояния устройства на органы индикации;

Программное обеспечение процессорного модуля реализовано на языке C++ для архитектуры ARM Cortex-M, с использованием методов передачи аудиопотоков [2] и библиотеки стека протоколов lwIP [3].

Используемая методика анализа и оценки программно-аппаратной структуры с алгоритмом балансирования весовых коэффициентов критериев [1] обеспечила решение задачи формирования программно-аппаратной структуры устройства, без выполнения многокритериального анализа системы с применением значительного количества критериев.

Разрабатываемая система и пульта связи, входящие в нее, обеспечивают следующие преимущества, по сравнению с аналогами:

1. Использование устройств без центрального сервера для обработки речевых сигналов.
2. Повышенная надежность системы, за счет обеспечения работы пультов друг с другом в отдельном локальном сетевом сегменте, даже если система распадается на сегменты из-за какой-либо аварии.
3. Возможность построения системы связи в виде локальных независимых групп устройств, при необходимости объединяемых друг с другом через сетевые каналы, в том числе через сеть Интернет.

Таким образом, система позволяет реализовать распределенную диспетчерскую технологическую связь с повышенной надежностью для персонала в организациях, на объектах промышленности и транспортной инфраструктуры.

### Литература

1. Бейлекчи Д.В. Методика оценки программно-аппаратной структуры телекоммуникационного комплекса громкоговорящей связи / Д.В. Бейлекчи, Ю.А. Кропотов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции. / под. ред. С.У. Увайсова – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского, 2019, с. 259-262.
2. Бейлекчи Д.В. Передача синхронных потоков данных по асинхронным сетям пакетной связи со случайным множественным доступом / Д.В. Бейлекчи, А.А. Белов, В.А. Ермолаев, Ю.А. Кропотов // Системы управления, связи и безопасности. – 2017. – № 1. – С. 1-15.
3. Developing applications on STM32Cube with LwIP TCP/IP stack. STMicroelectronics. [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/dm00103685-developing-applications-on-stm32cube-with-lwip-tcpip-stack-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00103685-developing-applications-on-stm32cube-with-lwip-tcpip-stack-stmicroelectronics.pdf).