

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СОВРЕМЕННОЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ СЕТИ СВЯЗИ ПОВЫШЕННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ДЛЯ НУЖД АСУ ТП

*Шахов А.В.*

*АО «НПП «Рубин», Пенза*

**Ключевые слова:** трансивер, амплитудно-частотная характеристика, цифровая обработка сигналов, фильтрация.

**Аннотация.** В статье проанализированы требования к актуальным беспроводным сетям передачи данных, обеспечивающих бесперебойную работу в условиях сложной помеховой обстановки. Рассмотрены вопросы расчёта и проектирования приемопередатчиков, построенных на современной элементной базе с применением передовых технологий в области радиосвязи и цифровой обработки сигналов.

## ANALYSIS OF TECHNICAL REQUIREMENTS FOR A MODERN MULTI- LEVEL NETWORK OF INCREASED SECURITY FOR THE NEEDS OF AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM

*Shakhov A.V.*

*JSC " Scientific and Production Enterprise "Rubin", Penza*

**Keywords:** transceiver, amplitude-frequency response, digital signal processing, filtering.

**Abstract.** The article analyzes the requirements for current wireless data transmission networks that ensure uninterrupted operation in a complex interference environment. The issues of calculation and design of transceivers built on a modern element base with the use of advanced technologies in the field of radio communications and digital signal processing are considered.

В настоящее время существует острая необходимость в каналах передачи данных с пропускной способностью, измеряемой сотнями кбит/с и единицами Мбит/с, что обусловлено необходимостью формирования единого информационного пространства, между взаимодействующими объектами, средствами автоматизации и системами управления.

К данным сетям предъявляются требования высокой достоверности передачи информации. Также важнейшими параметрами данных сетей являются дальность устойчивой радиосвязи и помехозащищённость. В то время как высокая достоверность передачи информации определяется в основном средствами криптографической защиты и кодирования информации, параметры дальности устойчивой радиосвязи и помехозащищённости напрямую зависят от свойств приёмопередатчика, а именно:

- чувствительности приёмного тракта;
- избирательности приёмного тракта;
- мощности передающего тракта;
- применяемого вида модуляции;
- наличия помехоустойчивого кодирования;
- применяемого антенно-фидерного устройства.

Всем этим требованиям могут удовлетворить сети, построенные на радиосредствах по технологии SDR (Soft Defined Radio – программно-определяемое радио), включающей в себя [1]:

- аналоговую часть, обеспечивающую прием, передачу, усиление, предварительную фильтрацию и преобразование радиочастотного сигнала;
- цифровую часть, обеспечивающую модуляцию/демодуляцию, фильтрацию и преобразование сигнала на принципах математического аппарата ЦОС (цифровая обработка сигнала).

Для определения актуальной схемы приёмопередатчика (трансивера), реализованного по технологии SDR, необходимо рассмотреть типовые схемы построения данных устройств.

1. Схема с прямой оцифровкой ВЧ сигнала или Digital down-converter (DDC) и обратным преобразованием из цифрового потока в аналоговый ВЧ сигнал или Digital up-converter (DUC).

2. Схема с переносом ВЧ сигнала низкочастотную область спектра (на промежуточную частоту) с последующим преобразованием в цифровой вид.

Каждая из схем имеет свои преимущества и недостатки и выбирается в зависимости от поставленных задач.

Одной из актуальных задач является разработка модема для передачи данных по стыкам RS-232, RS422, RS485, CAN с канальной скоростью до 1000 кбит/с для обмена данными между средствами вычислительной техники и, например, исполнительными устройствами, вспомогательными средствами сбора данных в режиме реального времени.

Для решения поставленных задач в части схемотехнических решений требуется глубокая проработка вопросов, связанных с фильтрацией, усилением и преобразованием высокочастотных сигналов, действующих в трактах трансивера, а именно:

- провести анализ схем полосовых фильтров и фильтров нижних частот с целью выбора наиболее оптимальных решений;
- обеспечить гарантированную дальность радиосвязи путем расчета необходимых коэффициентов усиления каскадов трансивера;
- обеспечить минимизацию возможных проблем с нестабильной работой трансивера путем расчетов коэффициентов усиления каскадов;
- обеспечить высокие эксплуатационные характеристики высокочастотной части трансивера за счёт оптимальной компоновки блоков трансивера, полученной по результатам проведения исследований по электромагнитной совместимости;

В цифровой части требуется:

- провести сравнительный анализ современных типов модуляций высокочастотного сигнала и выбрать конкретный тип [2];
- синтезировать математическую модель обработки (модуляция/демодуляция, кодирование, децимация, преобразование) цифрового сигнала и разработать соответствующие алгоритмы управления и обработки информации [3];

- рассмотреть способы реализации модуля помехоустойчивого кодирования;
- разработать протокол передачи данных нижнего (канального) уровня;
- разработать программу, управляющую блоками трансивера в автоматическом и полуавтоматическом режимах;
- разработать интерфейс управления трансивера с оборудованием обработки данных.

Таким образом, разработка специализированного модема на основе технологии SDR является важной научно-практической задачей. Сложность решаемой задачи заключается так же в отсутствии современной отечественной ЭКБ. Решить задачу предлагается за счет применения ЭКБ импортного производства.

#### **Список литературы**

1. Никишкин П.Б., Витязев В.В. Методы широкополосной передачи данных на основе сигналов с частотным разделением каналов // Цифровая обработка сигналов. – 2020. – №3. – С. 45-49.
2. Быховский М.А. Методы модуляции и демодуляции сигналов многомерных ансамблей // Цифровая обработка сигналов. – 2023. – №1. – С.12-21.
3. Вершинин В.А. Передача дискретных сообщений узкополосными симплексными и ортогональными сигналами // Цифровая обработка сигналов. – 2021. – №3. – С. 50-53.

#### Сведения об авторе:

*Шахов Андрей Владимирович* – инженер-системотехник 2-ой категории.