

МОДЕМНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТРОПОСФЕРНОЇ РАДІОРЕЛЕЙНОЇ СТАНЦІЇ

Кайденко М.М., Кайденко В.М., Кравчук С.О., Роскошний Д.В.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: sakravchuk@ukr.net

Modem device for tropospheric radiorelay stations

Developed modem device for a portable troposphere radiorelay station. The modem provides control station channel-forming and interface with external networks.

На даний час підвищення інтересу до розробки та модернізації тропосферних радіорелейних станцій (ТРРС) потребує створення високоефективного спеціального каналоутворюючого обладнання, основою якого є модемний пристрій [1-3]. Метою даної роботи є розробка модемного пристрою для портативної ТРРС «Чайка» для забезпечення підтримки необхідної завадостійкості в умовах багатопроменевих завмирань та конкурентоздатності зазначеної ТРРС по відношенню до інших систем безпроводового доступу.

Пристрій модемний, далі модем, призначений для використання в складі тропосферної станції та виконання наступних функцій:

- об'єднання в груповий цифровий потік даних сигналів передачі даних Ethernet – до 8048кбіт/с, службової інформації управління мережею тропосферних станцій – до 64 кбіт/с (опція), каналу сигналізації – до 64 кбіт/с та до 4 голосових каналів по 32 кбіт/с (опція);
- перетворення цифрового потоку даних в фазоманіпульований сигнал ФМ4 проміжної частоти передавача з центральною частотою 400 МГц;
- перетворення фазоманіпульованого сигналу ФМ4 проміжної частоти приймача з центральною частотою 180 МГц в цифровий потік даних;
- розділення цифрового групового потоку даних на сигнали передачі даних Ethernet – до 2048кбіт/с, службової інформації управління мережею тропосферних станцій – до 64 кбіт/с (опція), каналу сигналізації – до 64 кбіт/с та до 4 голосових каналів по 32 кбіт/с (опція);
- формування сітки частот приймача та передавача тропосферної станції;
- прямої корекції помилок в каналі з використанням згорткового кодування (опція) та кодування кодом Ріда-Соломона (204,188,8);
- безперервного неруйнуючого контролю помилок на рівні декодера Ріда-Соломона з індикацією коефіцієнта помилок;
- формування в груповому цифровому потоці каналу управління мережею тропосферних станцій (опція);
- управління режимами роботи тропосферної станції з пульта управління або зовнішнього терміналу: призначення робочих частот приймача та передавача,

- управління атенюаторами, автоматичне тестування працездатності тропосферної станції;
- контролю стану тропосферної станції та відображення інформації на індикаторі, або на зовнішньому терміналі.

Основні технічні вимоги до модему:

Інформаційний інтерфейс модему.....	Ethernet 10/100 BASE-Tx
Центральна частота ПЧ модулятора, МГц	400
Потужність сигналу на виході ПЧ модулятора, дБм...	-20.... - 0
Кількість під несучих частот в робочій смузі.....	1...3
Ширина смуги частот тракту ПЧ, МГц.....	120
Потужність сигналу на вході приймача, дБм.....	0...-40
Модуляція.....	ФМ4
Завадостійке кодування:	
Параметри згорткового коду.....	K=7(171,133)
Швидкість згорткового коду.....	1/2, 2/3, 3/4, 7/8
Смуга частот окремих піднесучих, не більше МГц....	1,25/2,5/5 1,75/3,5/7
Діапазон автоматичної підстройки частоти (ФАПЧ), мінімум, кГц	250
КСХн по входу та виходу в смузі частот (fo±3,5МГц),од., не більш.....	1,2
Нерівномірність АЧХ в смузі частот піднесучої (fo ±3,5 МГц), дБ, не більш як.....	0,3
Відносна нестабільність частоти по виходу ПЧ модулятора.....	3·10 ⁻⁶
Протокол та інтерфейс передачі даних	IP, Ethernet
Протокол та інтерфейс керування.....	SNMP, Ethernet
Роз'єм передачі даних.....	RJ 45
Роз'єм керування.....	RJ 45
Роз'єм ПЧ.....	тип N
Напруга живлення, В.....	-48
Споживана потужність, Вт, не більше.....	30,0

Конструктивно модем виконується у вигляді окремого блоку, до складу якого входять: плата блоку обробки та управління; плата процесора групового потоку; плата процесора контролю та індикації; плата інтерфейсу телефонного; плата світлодіодів; клавіатура; рідкокристалічний індикатор; блок вторинних джерел живлення.

Узагальнена структурна схема модему представлена на рис. 1.

Сигнали від зовнішнього обладнання поступають на вхід процесора групового потоку. Обмін з обладнанням Ethernet здійснюється на швидкості 10/100 Мбіт/с в режимі напівдуплексу. Швидкість даних Ethernet в груповому потоці складає до 2048 кбіт/с (в залежності від режиму роботи) в одному напрямку передачі. Сигнали голосового зв'язку (при використанні такої опції) можуть поступати як від гарнітури, що підключається безпосередньо до модему, так і від виносного пристрою, якій може бути віддалений на відстань

до 100 м. В процесорі групового потоку з аналогових голосових сигналів формується цифровий сигнал в АДІКМ 32 кбіт/с. Додатково до групового цифрового потоку вводиться канал управління мережею тропосферних станцій 64 кбіт/с (при використанні такої опції) та канал сигналізації до 64 кбіт/с, які формуються процесором управління тропосферної станції, а також канал синхронізації, необхідний для правильної роботи обладнання. Максимальна сумарна швидкість в груповому потоці складатиме до 2,336 Мбіт/с. Як опція, в модемі може бути передбачений режим ретрансляції, при якому на іншу тропосферну станцію, що встановлюється в безпосередній близькості, по з'єднувальним кабелям передається груповий потік.



Рис. 1 Узагальнена структурна схема модему.

Сформований груповий потік поступає в процесор основної смуги частот, де здійснюється скремблювання, кодування завадостійкими кодами з прямою корекцією помилок (код Ріда-Соломона та, як опція, згортковий код), і розділення на два потоки. Кожен потік фільтрується передмодуляційним фільтром, після чого вони подаються на цифро-аналогові перетворювачі, а потім на квадратурний модулятор, де здійснюється формування фазоманіпульованого сигналу проміжної частоти. Сигнал проміжної частоти (ПЧ) після підсилення та фільтрації подається на вихідний роз'єм модему і далі, по кабелю міжблочного з'єднання, на вхід передавача приймально-передавального блоку тропосферної станції.

Сигнал проміжної частоти по кабелю міжблочного з'єднання подається з виходу тракту ПЧ приймача приймально-передавального блоку тропосферної станції на вхід демодулятора модему. В демодуляторі сигнал фільтрується, нормується по рівню схемою АРП (автоматичне регулювання підсилення), розкладається на дві квадратурні складові з нульовою несучою частотою.

Квадратурні складові фільтруються, підсилюються та оцифровуються с частотою чотири відліки на символ.

Цифрові сигнали квадратурних каналів подаються на процесор основної смуги частот, в якому здійснюється демодуляція фазоманіпульованого сигналу, тактова і кадрова синхронізація прийнятого потоку даних, дескремблювання, виправлення помилок декодером Ріда-Соломона (та у випадку використання опції зі згортковим кодуванням – декодером Вітербі) і передача даних до процесора групового потоку. В процесорі основної смуги здійснюється підрахунок помилок в каналі для подальшого обчислення коефіцієнту помилок в процесорі групового потоку.

Управління тропосферною станцією здійснюється процесором управління. Управління може бути здійснене як з клавіатури, так і з зовнішнього керуючого пристрою (ноутбук, комп'ютер, планшет). Для обслуговування клавіатури та індикатора використовується процесор контролю та індикації.

Конструктивно модем виконується в корпусі 19" 2U, який встановлюється до стійки і має габаритні розміри 483x380x88. На задній панелі модему розміщуються органи приєднання модему до приймально-передавального блоку тропосферної станції. На передній панелі модему розміщуються органи приєднання модему до зовнішнього обладнання та пристроїв, а також органи управління та контролю.

Література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Сучасні телекомунікаційні системи. – К.: Наукова думка, 2008. – 328 с.
2. Кравчук С.О. Принципи створення портативних тропосферних радіорелейних станцій // Матер. 9-ї міжнар. наук.-техн. конф. “Проблеми телекомунікацій”, 21–25 квітня, 2015 р. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С. 254–256.
3. Проектирование модема современных тропосферных радиорелейных станций / А.Г. Войтенко, Н.Н. Кайденко, С.А. Кравчук, Т.Н. Нарытник // Матер. 23-й Международной Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2013). Севастополь, 8–13 сентября 2013 г. – Севастополь: Вебер, 2013. – С. 326–327.