

В.І. СЛЮСАР

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна, e-mail: swadim@ukr.net.

Н.С. БІГУН

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна, e-mail: bigun0714@ukr.net.

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ OFDM-КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З ДВОКАСКАДОВИМ СТРОБУВАННЯМ ТА I/Q-ДЕМОДУЛЯЦІЄЮ

Анотація. Представлено новий підхід до збільшення кількості цифрових відліків в аналого-цифрових системах з використанням методу стробування у режимі «sliding-window». Особливу увагу приділено оптимізації синфазної/квадратурної демодуляції для сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням. Проаналізовано амплітудно-частотні характеристики нових I/Q-демодуляторів та продемонстровано зменшення бічних пелюсток амплітудно-частотної характеристики.

Ключові слова: амплітудно-частотна характеристика, аналого-цифровий перетворювач, цифрове оброблення сигналу, цифровий фільтр розквдратурених сигналів, I/Q-демодуляція.

ВСТУП

Ефективність упровадження технологій телемедицини безпосередньо пов'язана з якістю каналів зв'язку, оскільки швидкісний та надійний доступ до інтернету є критично важливим для передавання медичних даних, відеозв'язку з пацієнтами, а також для доступу до віддалених медичних ресурсів. Зокрема, у галузі телемедицини потрібні канали високої пропускної спроможності для передавання великих файлів, наприклад, медичних зображень високої роздільної здатності, а також діють строгі вимоги до затримок у мережі, особливо під час відеоконсультацій або телехірургічних операцій.

Крім технічних аспектів, якість каналів зв'язку впливає на досвід користувача та задоволення пацієнтів телемедичними послугами. Ненадійні або повільні з'єднання можуть призвести до перерв у комунікації між пацієнтами та медичними працівниками. Як наслідок, знижується ефективність лікування та може підвищитися рівень тривожності пацієнтів. Тому інвестиції в інфраструктуру зв'язку та впровадження новітніх технологій, зокрема 5G, які забезпечують високу швидкість передавання даних і мінімальну затримку, є ключовими для розвитку телемедицини. На особливу увагу заслуговує підвищення завадостійкості каналів зв'язку, що використовують сигнали з ортогональним частотним мультиплексуванням (OFDM-сигнали) і відповідно мають відносно широку спектральну смугу.

У цьому контексті перехід до використання міліметрового діапазону електромагнітних хвиль потребує високих частот дискретизації аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) сигналів і зумовлює специфічні вимоги до апаратних засобів цифрового оброблення даних. Для спрощення цих вимог використовують проріджування інформаційного потоку та оптимізаційні методи обчислення синусоїдальної і косинусоїдальної складових сигналу. Одним із найпростіших методів, пов'язаних з процесом формування квадратурних складових сигналів (I/Q-демодуляції), є алгоритм CORDIC (Coordinate Rotation Digital Computer) [1, 2]. Його широко використовують у багатьох сучасних системах цифрового оброблення сигналів, зокрема в сучасних каналах зв'язку на основі OFDM-сигналів та багатьох інших високотехнологічних застосуваннях для точних тригонометричних обчислень.

© В.І. Слюсар, Н.С. Бігун, 2024