

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ З БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Технології мобільного зв'язку безперервно вдосконалюються. Основний напрямок розвитку цієї галузі пов'язаний зі збільшенням швидкості передачі і поліпшенням якості зв'язку. Мережі, що підтримують GSM, розвиваються у напрямку GSM/GPRS/EDGE/ WCDMA/HSPA. Термін HSPA (High Speed Packet Access) об'єднує в одну назву дві технології: HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) і HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access). В технології HSDPA застосовуються схеми модуляції QPSK (QAM-4), QAM-16 і QAM-64. При використанні QPSK, в залежності від значення інформаційного елемента, змінюється тільки фаза сигналу, в той час як амплітуда і частота не змінюються. При цьому кожному інформаційному біту ставиться у відповідність не абсолютне значення фази, а її зміна відносно попереднього значення. У схемі QPSK фаза несучого коливання змінюється стрибкоподібно в залежності від інформаційного повідомлення. QPSK забезпечує високу перешкодостійкість. Однак в ряді випадків за рахунок зменшення перешкодостійкості каналу зв'язку можна збільшити його пропускну здатність, наприклад, використовуючи модуляцію QAM-16, або QAM-64. У цих випадках певній кодовій комбінації відповідає гармонійне коливання, що має одне з 16 або 64 можливих поєднань амплітуди і початкової фази. Наприклад, у разі QAM-4 отримуємо двійкову кодову комбінацію, яка містить два біта (00, 01, 10, 11). У разі 16-QAM такі комбінації містять по чотири біта інформації, а для 64-QAM - по шість бітів.

Щоб регламентувати параметри абонентських станцій і визначити порядок їх взаємодії з базовими, була розроблена технологія HSUPA - високошвидкісна пакетна передача даних в напрямку «вгору» - від абонента до базової станції. У багатьох країнах набув поширення метод, при якому доступ до високошвидкісних мереж третього покоління реалізується через базові підстанції WiMax. Цей стандарт є телекомунікаційною технологією, що розроблена з метою надання універсального бездротового зв'язку на великих відстанях для широкого спектру прис-троїв - від робочих станцій до мобільних телефонів. Широкий діапазон частот від 2 до 11 ГГц, що передбачається стандартом 802.16, дозволяє розгортати канали передачі даних з високою пропускну здатністю з використанням передавачів, що встановлюються на щоглах мереж стільникового зв'язку та висотних будівлях. При цьому між передавачем і приймачем повинна забезпечуватись пряма видимість.

У роботі проведена оцінка можливості використання високошвидкісних технологій передавання даних для організації зв'язку між безпілотним літальним апаратом і наземним комплексом управління. Для цього було визначено як змінюється відношення сигнал/шум при зміні дальності прямої видимості R між безпілотним літальним апаратом і наземним комплексом управління при передачі цифрового потоку зі швидкістю 40 Мбіт/с і модуляцією QAM-4, QAM-16 та QAM-64 на частоті 5,8 ГГц. При розрахунках вважалося, що коефіцієнт підсилення наземної антени складає 23 дБ, а шумова температура приймача 500К, потужність бортового передавача 1 Вт, а коефіцієнт підсилення бортової антени 7,5 дБ. Погонне послаблення сигналу у стандартній атмосфері на частоті 5 ГГц складає 0,007дБ/км. Розрахункові значення потужності сигналу на вході приймача наземного комплексу управління P_c та відношення сигнал/шум, для різних дальностей R і різних видах модуляції корисного сигналу занесені до таблиці 1. При розрахунках враховано, що при переході до багаторівневої маніпуляції відбувається відповідне звуження спектру корисного сигналу.

Таблиця 1.

Зміна відношення сигнал/шум при зміні дальності прямої видимості

| R, м | P_c , Вт | Відношення сигнал/шум, дБ | | |
|-------|----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | | QAM-4 | QAM-16 | QAM-64 |
| 1000 | $7,1 \cdot 10^{-9}$ | 44 | 50 | 52 |
| 5000 | $2,8 \cdot 10^{-10}$ | 30 | 36 | 38 |
| 10000 | $6,3 \cdot 10^{-11}$ | 24 | 30 | 32 |
| 25000 | $9,9 \cdot 10^{-12}$ | 16 | 22 | 24 |
| 45000 | $3,3 \cdot 10^{-12}$ | 10,7 | 16,7 | 18,5 |

Аналіз даних табл.1 показує, що на максимальній дальності для всіх видів модуляції забезпечується мінімально можливе значення відношення сигнал/шум, при якому ймовірність помилкового прийняття окремого біта цифрових даних буде не гірше ніж 10^{-6} .