

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ЦИФРОВИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В наш час розвиток систем передачі команд управління на відстань є надзвичайно важливим. Аспекти безпеки та швидкість передавання команд також мають суттєве значення. Сьогодні безпілотні літальні апарати (БПЛА) знаходять все більше застосувань у різних сферах людської діяльності. Якщо раніше вони використовувалися переважно для військових цілей, то на сьогоднішній день вони є потребою й у цивільних галузях, таких як сільське господарство та спостереження за дикими тваринами, тощо. Тому для при експлуатації БПЛА надзвичайно актуальним є визначення та дослідження можливостей та параметрів в контексті використання певних технологій, зокрема технологій LoRa та DVB-T2.

Технології LoRa та DVB-T2 – це можливість бездротового зв'язку на відносно великих відстанях, які працюють на радіочастотах до 1 ГГц. У своїй основі, LoRa використовує для розширення спектру сигналу модуляцію ChirpSpreadSpectrum, що дозволяє підвищити стійкість радіосигналу як до ненавмисних, так і до навмисних перешкод. Під час передавання цифрових даних відбувається адаптивна зміна бази радіосигналу з метою забезпечення необхідної якості зв'язку. Це досягається за рахунок зміни тривалості символу, що залежить від коефіцієнту розширення спектру радіосигналу, який фактично визначає розрядність символу даних, що передається за час тривалості символу. Крім адаптивної зміни швидкості передачі даних передбачається також зміна потужності передавача для кожного окремого пристрою індивідуально задля забезпечення заданої якості передавання даних і економного використання автономних джерел живлення. При цьому змінюється і дальність дії радіолінії. Тому при побудові бездротової радіолінії важливо мати методіку розрахунку дальності передавання пакетів даних з визначеною швидкістю.

На якість передавання цифрових даних за стандартами LoRa та DVB-T2 впливає ряд факторів. Втрати корисного сигналу при розповсюдженні від передавача до приймача на відстань R складаються з втрат у вільному просторі та втрат, що обумовлені специфічними умовами поширення радіохвиль. Багатопроменевий характер поширення радіохвиль, утворення тінювих зон, багаторазове відбиття і розсіювання радіохвиль, при розповсюдженні в умовах міського середовища, породжує явище міжсимвольної інтерференції при передачі цифрових даних.

Спотворення сигналу, що обумовлені міжсимвольною інтерференцією, можуть викликати погіршення якості передачі цифрової інформації. Крім того мають місце втрати сигналу при розповсюдженні в атмосфері і через не ідеальність приймально-передавального тракту. Для оцінки сумарних втрат сигналу в радіолінії LoRa та DVB-T2 запропоновано використання моделі розповсюдження радіохвиль Окамура-Хата, згідно з якою втрати в місті розраховуються за виразом:

$$L_{50/місто} = 69,55 + 26,16 \lg(f_{[MGz]}) - 13,83 \lg(h_B) - a(h_M) \\ + (44,9 - 6,55 \lg(h_B)) \cdot \lg(R_{[км]}),$$

де $a(h_M)$ – поправочний коефіцієнт.

Для малого та середнього міста цей коефіцієнт визначається наступним чином:

$$a(h_M) = (1,11 \lg(f_{[MGz]}) - 0,7)h_M - (1,56 \lg(f_{[MGz]}) - 0,8).$$

Втрати в передмісті:

$$L_{50/передмістя} = L_{50/місто} - 2 \left(\lg \left(\frac{f_{[МГц]}}{28} \right) \right)^2 - 5,4.$$

Втрати в сільській місцевості:

$$L_{50/село} = L_{50/місто} - 4,78 (\lg(f_{[МГц]}))^2 + 18,33 \lg(f_{[МГц]}) - 40,94.$$

Для визначення рівня потужності сигналу на вході приймача радіолінії запропоновано використовувати максимально можливе значення послаблення радіосигналу. Наводяться орієнтовні значення запасу на завмирання сигналу при побудові зони дії радіоліній.

Список використаних джерел

1. Які відмінності між LoRa та LoRaWAN. <https://www.mokosmart.com/uk/lora-and-lorawan/>
2. Що таке технологія LoRa – Поглиблений посібник 2023. <https://www.mokosmart.com/uk/lora-technology/>
3. Howaredronescontrolledandaperated? <https://ts2.space/en/how-are-drones-controlled-and-operated/>