

УДК 621.396

*Ігор Олександрович Романенко,
Ігор Вікторович Рубан,
Костянтин Олександрович Споришев*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗШИРЕННЯ ЗОНИ ПОКРИТТЯ БЕЗПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Постановка проблеми. Очевидним шляхом розширення області покриття бездротової мережі є підйом базової станції, для того щоб забезпечити пряму видимість для максимального числа користувачів. Останнім часом у Росії, Європі, США і Японії проробляються концепції використання аеростатної техніки в якості несучих телекомунікаційних платформ або висотних платформ (HAPs — High Altitude Platforms) [5].

Аеростати забезпечують висотне положення передавачів і ретрансляторів і здатні замінити сотні типових мачт. Вартість аеростатної телекомунікаційної платформи на порядок нижче сумарних витрат на мачти-антени. Якість переданого сигналу через висотну телекомунікаційну платформу аналогічно по характеристиках супутниковому сигналу. За допомогою аеростатних систем можна комплексно вирішувати завдання телекомунікаційного й інформаційного забезпечення в умовах, де неможливо або недоцільно прокладати кабель. Ще однією перевагою аеростатних мереж є зменшення проблеми електромагнітної сумісності різних мереж передачі даних.

Метою статті є аналіз існуючих методів розширення зони покриття мережі передачі даних за рахунок підйому базової станції на висотні платформи.

Основний матеріал. У цей час застосовуються наступні три технології [4, 5] для розробки висотних платформ для організації регіональних бездротових мереж.

1. Стратосферні дирижаблі, що піднімаються на висоти до 15—25 км, повинні працювати автономно протягом декількох років, використовуючи енергію сонячних батарей, і нести навантаження в сотні кілограм при очікуваній стабільності положення, необхідної для забезпечення обслуговування, приблизно в межах 1 км. Серед проектів бездротових телекомунікаційних мереж,

що використовують стратосферні дирижаблі, варто назвати: мережа стратосферних дирижаблів SkyNet [5] (Японія), що повинна буде забезпечити покриття більшої частини Японії; системи дирижаблів розробки Advanced Technologies Group (Великобританія), SkyStation International (США) і ін. Поряд з такою перевагою, як велика зона покриття, що дозволяє реалізовувати глобальні мережі, даної технології властивий цілий ряд недоліків: тривалі строки розробки (кілька років), висока вартість (десятки мільйонів доларів), проблеми з утриманням станції й стабілізацією положення, експлуатаційні проблеми, а також необхідність у точній системі наведення у випадку, якщо використається масив антен для створення стільникових структур [5]. Висотних аеростатів, здатних точно втримувати стабільне положення в просторі, поки немає.

2. Розміщення базових станцій на пілотованих або безпілотних літаках. Це легкі літаки, що постачають енергією від сонячних батарей, повинні летіти проти вітру або по колу обмеженого діаметра з метою позиціонування станції. Безпілотні літаки, мають розмах крил не більше 10 м, але можуть нести корисне навантаження до 100 кг. Їх називають також сонячними аеродинамічними “платформами дуже високої довговічності” або “геліо-платформами”. Основною проблемою цієї технології є необхідність нагромадження енергії для нічної роботи. Автономність сонячних літаків поки ще тільки вивчається. Інші недоліки — приблизно ті ж, що й у випадку стратосферних платформ. Дана технологія реалізується в таких проектах, як Helios plane (програми американської компанії Aero Vironment) [5], HeliNet (фінансований Європейським співтовариством у рамках програми IST FP5).

3. Телекомунікаційні мережі з використанням прив'язних аеростатів. Це найбільш проста й дешева технологія реалізації висотних платформ, при якій в основному вирішується проблема втримання станції. Крім того, прив'язний трос дозволяє легко здійснювати подачу харчування на станції й доставляти дані до неї й від її. Основною проблемою цієї технології є авіатрафік, тобто запуск подібних платформ можливий тільки в зонах, вільних від авіанавігації, або в періоди, коли робоча зона покриття й робочі висоти вільні від польотів.

Одними із прикладів успішної реалізації таких систем є:

- БАРС (Беспроводная Аэростатная Радио Сеть), Москва, Росія [1,3]. Довжина троса — до 1 км. Випробування проведені в 1999 році, система успішно функціонує, забезпечуючи зону покриття діаметром 50—70 км.
- SkyLiNC [2]. У ході проекту розгорнута мережа з 18 прив'язних аеростатів над територією Великобританії. Кожен аеростат, утримуваний тросом довжиною до 1,5 км, забезпечить зону покриття до 3200 кв. км. Перша черга даної мережі запущена на початку 2004 року.

Використання прив'язних аеростатів для створення телекомунікаційних мереж має наступні основні переваги в порівнянні із традиційними методами розміщення базових станцій на висотних спорудженнях. До них відносяться:

- різке розширення зони покриття;
- низька вартість і короткі строки реалізації й розгортання;
- простота реконфігурації й масштабування;
- пристосованість для підтримки широкомовних сервісів (наприклад, цифрового телебачення, електронної реклами й т.п.);
- зменшення рівня перешкод від наземних радіоелектронних засобів (РЭС);
- екологічність методу побудови радіомережі передачі інформації;
- багатofункціональність;
- можливість мобільного й оперативного розгортання мережі в умовах надзвичайних ситуацій;
- забезпечення рівних можливостей доступу в Інтернет для всіх користувачів у зоні покриття.

Розширення зони покриття й зменшення тіньових зон. Використання прив'язних аеростатів з висотою підйому до 1000 м для розміщення антенних пристроїв актуально не тільки в зонах з малою щільністю населення, але й у мегаполісах. Це порозумівається тим, що використовуване радіоустаткування, що забезпечує широкосмужний доступ наземних абонентів до мереж передачі даних, працює в діапазоні частот

від 2,5 ГГц і вище. Цей діапазон частот характерний тим, що інформаційні сигнали поширюються прямолінійно, практично без огибаній, тому наявність прямої видимості для такого встаткування здобуває першорядне значення. Сучасна OFDM-технологія передачі даних уможливорює роботу радіопристроїв на відбитих сигналах, проте такий канал зв'язку виходить нестабільним по продуктивності, і надійність його значно гірше, ніж каналу, утвореного в зоні прямої видимості. На рисунку 1 приведена залежність втрат в тракці від відстані між приймачем та передавачем [6]. Розміщення антенних пристроїв на зазначеній висоті дозволяє мінімізувати тіньові зони, обумовлені наявністю висотних будинків у мегаполісах, і забезпечити підключення практично будь-яких абонентів до світової мережі Інтернет по високошвидкісних каналах радіодоступу.

Крім того, для ще більшого розширення зони покриття й організації регіональних і глобальних мереж може створюватися ціла мережа аеростатів (приклад SkyLiNC [2]). При цьому базові станції на висотних платформах можуть бути зв'язані між собою високошвидкісними оптичними лініями зв'язку для організації опорної мережі. На рис. 2 наведені залежності дальності зв'язку від висоти розміщення антен.

Зменшення перешкод від наземних РЭС. При роботі спрямованих антен, які використовуються в радіоапаратурі базової станції аеростата й наземних абонентів аеростатної радіомережі, зменшується потужність перешкод від наземних джерел. Розрахунки підтверджують зменшення щільності потужності таких перешкод починаючи з висоти 200 м. Зменшення щільності потужності перешкод на висоті 800 м становить 5—18 дБ.

Екологічність. При даній технології джерела випромінювання віддаляються від місць роботи й проживання людей, тим самим мінімізуючи можливі шкідливі впливи електромагнітного випромінювання на природу й людину, у порівнянні з наземними радіомережами. Крім того, відсутні шкідливі викиди при запуску аеростата з базовою станцією, у порівнянні із супутниковими системами.

Багатofункціональність. Аеростатний носій, використовуваний для створення телекомунікаційної мережі, одночасно може бути використаний для цілого ряду призначень:

- відеоспостереження за транспортними потоками, контроль державних кордонів, виявлення вогнищ пожеж і т.д.;
- моніторинг навколишнього середовища (збір, обробка й передача інформації з датчиків спостереження за станом повітряного й водного середовищ);

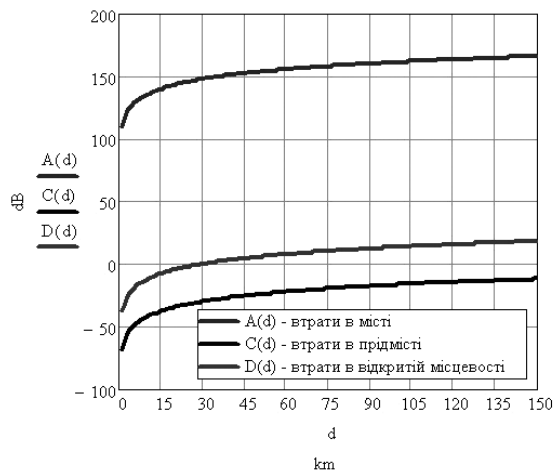


Рис. 1. Залежність втрат в тракті від відстані між приймачем та передавачем

— розгортання нових дециметрових каналів телебачення.

Висновки. Розташування апаратури на аеростатному носії дає ряд переваг: розширення зони покриття й зменшення тіньових зон, зменшення перешкод від наземних РЭС, низька вартість і короткі строки реалізації й розгортання, простота реконфігурації й масштабування, багатофункціональність, можливість мобільного й оперативного розгортання мережі в умовах надзвичайних ситуацій. Але на ряду з перевагами присутні і проблеми реалізації такого проекту, а саме: необхідність створення системи стабілізації положення антенних пристроїв, рішення проблеми грозозахисту, забезпечення кліматичної стабілізації обладнання. Перераховані проблеми вирішені у сучасних системах таких, як БАРС та SkyLiNC. В перспективі можливо розміщення подібних систем і в Україні, що надасть можливість покращити якість отриманих послуг та суттєво знизити їх вартість.

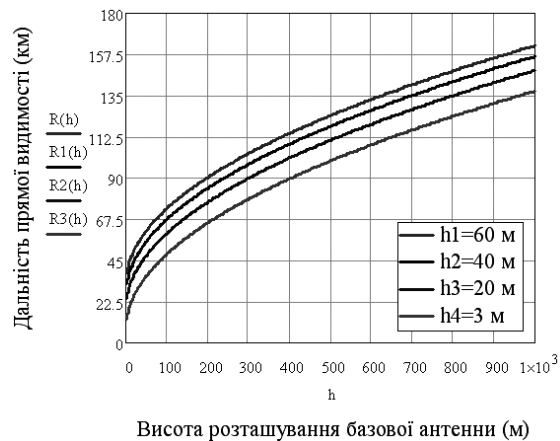


Рис. 2. Залежності дальності прямої видимості від висоти розміщення антен

Література

1. Вишнеvский В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишнеvский. — М. : Техносфера, 2003.
2. Vishnevsky V. M., Lyakhov A. I. Adaptive Features of IEEE 802.1 Protocol: Utilization, Tuning and Modifications // Proc. of 8th HP-OVUA Conf. Berlin, June 2001.
3. Vishnevsky V. M., Tereshchenko B. N., Lyakhov A. I. Wireless Communication Networks Using HAPs on the Base of Tethered Balloons // Proc. 6th Int. Symp. on Wireless Personal Multimedia Communication (WPMC'03). Yokosuka, Kanagawa, Japan, October 19—22, 2003. Vol. 2. — P. 463—467.
4. Tozer T. and Grace D. High-Altitude platforms for wireless communication // Electronic and Communications Engineering Journal. June 2001. — P. 127—137.
5. Вишнеvский В. М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишнеvский, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. — М. : Техносфера, 2005 — 592 с.
6. Спорышев К. О. Анализ подходов к оценке прогнозируемых зон обслуживания базовыми станциями в системах подвижной радиосвязи / К. О. Спорышев, А. С. Постольный, А. М. Ткачев // Збірник наукових праць ХУПС. — Харків, 2007. — Випуск 2(14). — С. 79—82.

В статье проанализированы существующие методы расширения зоны покрытия беспроводной сети за счет поднятия базовой станции, обоснованы преимущества использования привязанных аэростатов для создания телекоммуникационных сетей, проведены, приведены сравнительные зависимости потерь в

тракте от расстояния между принимающей и передающей сторонами.

Ключевые слова: зона покрытия, телекоммуникационные сети, дальность связи, привязанные аэростаты.