

ГІБРИДНА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА СИСТЕМА СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

¹ *Вінницький національний технічний університет*

Анотація

Виконано вибір оптимальних параметрів протоколу передачі мультимедійної інформації, що забезпечують максимальну продуктивність гібридної системи зв'язку. Здійснено дослідження математичної моделі гібридної системи зв'язку з використанням методів, теорії стохастичних систем і мереж для оцінки надійності та інших характеристик функціонування системи зв'язку на базі лазерної та радіотехнологій.

Ключові слова: *телекомунікаційна система, супутниковий зв'язок, радіотехнологій, мультимедійна інформація.*

Abstract

The choice of optimal parameters of the multimedia information transmission protocol is ensured, which ensures maximum productivity of the hybrid communication system. The research of the mathematical model of the hybrid communication system using the methods, the theory of stochastic systems and networks for assessing the reliability and other characteristics of the operation of the communication system on the basis of laser and radio engineering is carried out.

Keywords: *telecommunication system, satellite communications, radio technologies, multimedia information.*

Вступ

Системи атмосферної оптичної лінії зв'язку (АОЛЗ) все активніше завойовують ринок бездротових пристроїв зв'язку, що забезпечують високу пропускну здатність. На великих відстанях оптоволоконні кабелі, як і раніше є кращим для забезпечення високої швидкості передачі даних. Однак завдяки тому, що системи АОЛЗ значно дешевше, а час розгортання системи набагато менший, застосування цієї технології замість волоконної оптики вважається ефективним на відстанях до 5 км [1].

Метою роботи є побудова та дослідження математичних і імітаційних моделей для розробки нового гібридного бездротового обладнання, що об'єднує в собі переваги лазерних атмосферних каналів зв'язку та ширококутових засобів радіозв'язку. Для досягнення мети дослідження були поставлені і вирішені наступні завдання:

- досліджено математичну модель гібридного каналу як однолінійної системи масового обслуговування з двома можливими швидкостями обслуговування і обмеженим часом їх використання (холодний резерв).

- розглянуто математичні моделі і методи дослідження характеристик гібридного каналу зв'язку при паралельному використанні лазерного каналу і каналу міліметрового діапазону радіохвиль (71-76 і 81-86 ГГц) як системи масового обслуговування з двома неоднорідними приладами (гарячий резерв).

Основна частина

Завдяки високій частоті, що знаходиться в діапазоні 300 ТГц, технологія лазерних атмосферних каналів дозволяє здійснювати високошвидкісну передачу даних необхідну для таких послуг, як потокове відео і звук, відео за запитом, конференцзв'язок з використанням телевізійних каналів і т.д. Атмосферна оптична лінія зв'язку може бути також широко використана для організації корпоративних мереж. Однак подібні оптичні бездротові лінії піддаються сильному впливу з боку середовища, по якій поширюється сигнал, яка в абсолютній більшості випадків є земна атмосфера. Серед усіх факторів, що послаблюють сигнал в атмосферній оптичній лінії, туман вносить найбільший внесок, тому що розмір крапельок туману порівняємо з довжиною хвилі у використовуваному оптичному діапазоні; в той же час загасання через дощ відносно менш значуще для таких бездротових оптичних ліній. Порівнянню високу швидкість передачі даних може забезпечити і радіоканал, наприклад, радіоканал в міліметровому діапазоні, що працює в діапазоні частот від 30 до 300 ТГц. Для таких радіоканалів найбільшу проблему представляють дощ, град і мокрий сніг, значно зменшуючи потужність сигналу в радіоканалі. Особливо важливо відзначити, що туман не робить значного впливу на функціонування міліметрового радіоканалу, тому що підвищена вологість викликає загасання менш ніж 5 дБ / км [2].

Гібридні системи зв'язку знаходять широке застосування для вирішення проблеми останньої милі і в ad-hoc мережах. Застосування різних комбінацій атмосферних оптичних ліній і радіоканалу пропонувалися в безлічі областей, наприклад, було запропоновано використовувати гібридний канал спільно з аеростатами, в мобільних ad-hoc мережах спільно з іншими наземними і супутниковими лініями зв'язку і т.д.

Проведено ряд експериментів зі збору статистики роботи гібридних систем. Так, в роботі протягом 14 місяців збиралася статистика для двох дублюючих один одного каналів: АОЛЗ і міліметрового радіоканалу. «Дублюючі» в даному випадку означає, що одні й ті ж дані одночасно передавалися по двох паралельних каналах і вимірювався коефіцієнт доступності як для кожної лінії окремо, так і для всього гібридного каналу в цілому. Згідно зібраної статистики час доступності гібридного каналу склало 99.93%. Це значення в більшості випадків є прийнятним для побудови корпоративних мереж. В цілому розглядаються два основні підходи для побудови гібридних систем. Перший полягає в тому, що весь час паралельно працюють обидві лінії, тим самим приводячи до втрати 50% доступної пропускної здатності, викликані дублюючою передачею даних. У другому підході використовується механізм перемикавання, таким чином, що більшу частину часу функціонує тільки одна лінія, тим самим дозволяючи зменшити обсяг переданих даних і використовувати резервний канал тільки в міру необхідності, в разі коли в основному каналі виникають помилки. Механізм перемикавання в гібридних каналах, використовуваний в другому підході, обговорювався, наприклад в, однак у всіх цих роботах запропонований механізм перемикавання не використовує пропускну здатність резервного каналу, якщо доступний основний [3].

Останнім часом стали розглядати і третій варіант. Який полягає в механізм перемикавання, що дозволяє збільшити корисне використання пропускної здатності каналів, застосовуючи механізм розподілу навантаження, коли обидва канали доступні. Крім того, якщо лінія не доступна, то система продовжує стежити за каналом, до тих пір, поки зв'язок не відновиться. У більшості робіт, наприклад, механізм перемикавання ґрунтується на порівнянні рівня отриманого сигналу з граничним значенням. Однак такий механізм перемикавання володіє великою кількістю недоліків, тому останнім часом з'явилися роботи, що пропонують альтернативні способи перемикавання.

Для дослідження моделей гібридного каналу з довільними функціями розподілу часу обслуговування і надходження пакетів розроблений комплекс імітаційних (машинних) моделей.

Досліджено пакет програм для аналізу продуктивності та проектування гібридних систем, що включає в себе функціонал аналітичних моделей холодного і гарячого резерву, імітаційні моделі гібридної системи з холодним резервом, гібридної системи з гарячим резервом. На базі статистичних даних визначено параметри функції розподілу випадкових величин, що описують часи переходів пристрою з одного режиму роботи в інший, що є вихідними даними для досліджуваних моделей.

За допомогою спеціалізованого пакету програм проведені чисельні експерименти з аналізу основних характеристик гібридної системи (середня довжина черги, середній час очікування

пакета в черзі) в кожному з описаних варіантів (холодний і гарячий резерв), вибору оптимальних часів перемикання і т.д.

Результати виконаного дослідження можуть бути впроваджені в проектах з реалізації атмосферних оптичних каналів зв'язку і гібридних систем на базі лазерної та радіо технологій. Пакет програм, розроблений в рамках виконаної роботи, ефективно можуть використовуватися при проектуванні нового покоління супершвидкісних атмосферних оптичних каналів зв'язку (понад 1 Гбіт / с) і їх резервування радіоканалами IEEE 802.11n. Використання результатів проведеного дослідження дозволить прискорити розробку нового покоління гібридних систем зв'язку і підвищити їх якість.

Висновки:

Досліджено математичні моделі, що дозволяють проводити комплексний аналіз ефективності роботи комбінованих приймачів:

- системи з холодним резервом - гібридної системи, що включає в себе атмосферну оптичну лінію зв'язку і резервний радіоканал, що функціонує під управлінням протоколу IEEE 802.11n. Розроблена модель дозволяє оцінити такі характеристики системи з холодним резервом: розподіл часу роботи системи між режимами, середня довжина черги при роботі в кожному з режимів і в довільний момент часу, середній час перебування заявки в системі.

Системи з гарячим резервом - гібридні системи, які складаються з атмосферної оптичної лінії зв'язку і резервного каналу міліметрового діапазону радіохвиль. Математична модель дозволяє оцінити такі характеристики гібридної системи з гарячим резервом: частка використання кожного з приладів (по відношенню до загального числа обслужених заявок), середнє число заявок, обслужених кожним з приладів, середня довжина черги, середній час очікування в системі.

Розглянутий пакет програм дозволяє моделювати залежності зазначених характеристик гібридної системи з холодним і гарячим резервом від наступних параметрів: інтенсивність вхідного потоку заявок; часи перемикання між режимами індивідуальні характеристики окремих каналів зв'язку входять в гібридну систему.

Практична цінність результатів полягає в можливості впровадження при виконанні цільової програми на тему «Розробка нового покоління апаратури гібридних каналів передачі мультимедійної інформації на базі лазерної та радіотехнологій».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишне夫斯基 В. М., Семенова О. В., Шаров С. Ю. Моделирование и анализ гибридного канала связи на базе лазерной и радио технологий // Управление большими системами. - 2011. - №35. - С. 237-249.

2. Vishnevskii V.M., Semenova O.V., Sharov S.Yu. Modeling and Analysis of a Hybrid Communication Channel Based on Free-space Optical and Radiofrequency Technologies // Automation and Remote Control - 2013. - Vol. 72 - pp. 345-352.

3. Шаров С. Ю. Пакет программ аналитического и машинного (имитационного) моделирования гибридного канала связи // Труды международной конференции «Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети». - М.: ООО «СВ-Принт», 2011. - С. 172-179.

***Васильківський Микола Володимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com*

***Мельничук Ольга Іванівна** – студент групи ТКС-18м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com*

Іомбо Жеронімо Да Р. Кумбо – студент група ТКС-17мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail jeronimoiombo2011@gmail.com,

Vasytkivskyi Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Melnychuk Olga I. – student group TKS-18m, Faculty of Informatics, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com

Iombo Jerónimo Da R. Cumbo – student group TKS-17mi, faculty of infocommunications, radio electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail jeronimoiombo2011@gmail.com,