



Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

ГІБРИДНА СУПУТНИКОВА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА СИСТЕМА

Виконав: Іомбо Жеронімо Да Р. Кумбо
Керівник: Васильківський Микола Володимирович

Актуальність роботи полягає в ряді переваг атмосферних оптичних ліній зв'язку відносяться:

- висока пропускна здатність і якість цифрового зв'язку. Сучасні FSO-рішення можуть забезпечити швидкість передачі цифрових потоків до 10 Гбіт / с при показнику бітових помилок всього 10^{-12} , що неможливо досягти при використанні будь-яких інших бездротових технологій;
- відсутня необхідність отримання дозволу на використання частотного діапазону. FSO-системи використовують інфрачервоний діапазон електромагнітного спектра далеко за границею 400 ГГц (визначеної як верхня межа для радіочастотного регулювання на території України), тому ніяких ліцензій і спеціальних дозволів не потрібно;
- висока захищеність каналу від несанкціонованого доступу і скритність. Жодна бездротова технологія передачі не може запропонувати таку конфіденційність зв'язку як лазерна. Перехопити сигнал можна тільки встановивши сканери-приймачі безпосередньо в вузький промінь від передавачів. Реальна складність виконання цієї вимоги робить перехоплення практично неможливим. А відсутність яскраво виражених зовнішніх ознак (в основному, це електромагнітне випромінювання) дозволяє приховати не тільки передану інформацію, а й сам факт інформаційного обміну. Тому лазерні системи часто застосовуються для різноманітних додатків, де потрібна висока конфіденційність передачі даних, включаючи фінансові, медичні та військові організації; високий рівень завадостійкості і перешкодозахищеності. FSO- обладнання несприйнятливим до радіоперешкод і саме їх не створює; можливість встановити лазерну атмосферну лінію там, де важко прокласти дротову лінію зв'язку.

Загалом, технологія є альтернативою традиційним бездротовим лініям радіозв'язку з частотами в діапазонах 2.5 та 5.6 ГГц і оптоволоконними лініями зв'язку. Система АОЛЗ може бути розгорнута дуже швидко, якщо є доступ до електроенергії і можливості закріплення трансивера на стабільній платформі. Це дозволяє використовувати систему також для тимчасових рішень таких як, наприклад, масові заходи або зустрічі в місцях, де відсутня широкосмуговий доступ до послуги інтернет. Однак система може бути також використана і для забезпечення постійного зв'язку на невеликих відстанях(не більше 4-5 км) в міських районах використовую архітектуру точка-точка або точка-багатоточка. .

Метою даної магістерської кваліфікаційної 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 широкосмугових засобів радіозв'язку.

Для досягнення даної мети були поставлені такі **завдання**:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності даної розробки;
- дослідити математичну модель гібридного каналу як однолінійної системи масового обслуговування з двома можливими швидкостями обслуговування і обмеженим часом їх використання (холодний резерв).
- розглянути 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).
 - аналіз економічної ефективності проведеної розробки;
 - дослідження питань безпеки життєдіяльності.

Апробація результатів роботи. Основні результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на наступних конференціях: Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (Вінниця, 2019, МН-2019).

Наукова новизна одержаних результатів:

1. 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 - гібридної системи, яка складається 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.

2. Розглянутий пакет програм дозволяє моделювати залежності зазначених характеристик гібридної системи з холодним і гарячим резервом від наступних параметрів:

- інтенсивність вхідного потоку заявок
- тривалості перемикання між режимами роботи окремих каналів зв'язку, що входять в гібридну систему.

Результати перевірки на плагіат:



МКР_ІомбоЖ
Завантажено: 01/04/2019
Перевірено: 01/04/2019

Інтернет + Бібліотека

93.79% Оригінальність	6.21% Схожість	36 Джерела
-----------------------	----------------	------------

Джерела з Інтернет : 2 джерела знайдено

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ГІБРИДНИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

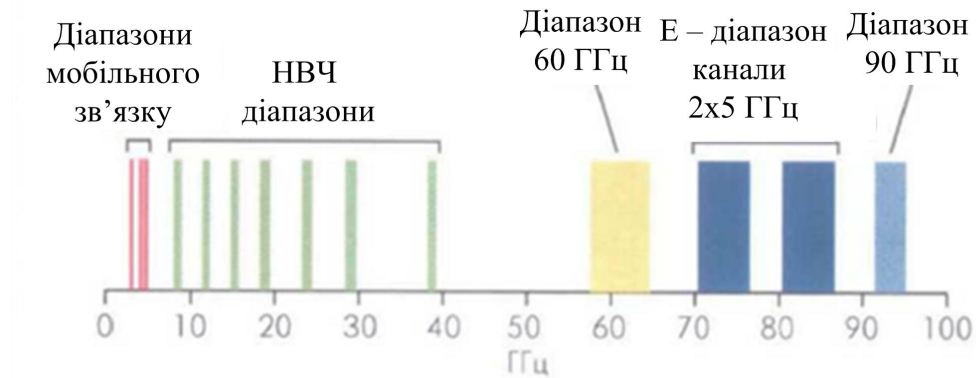


Рисунок 1 – Основні частотні діапазони бездротового зв'язку

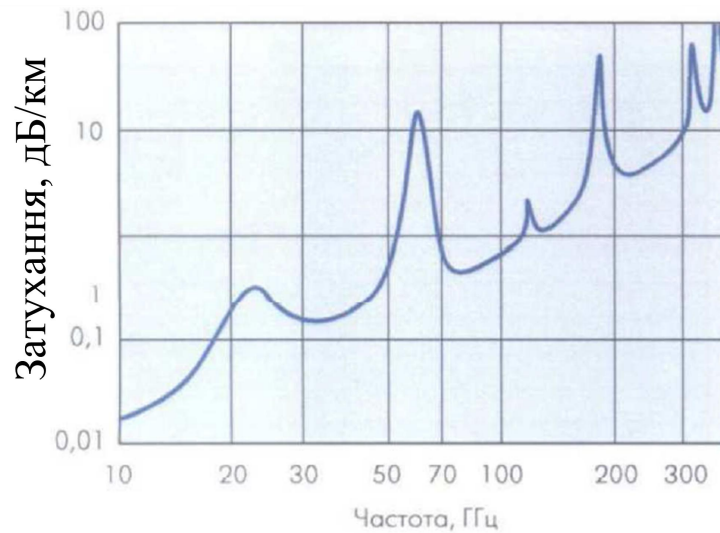


Рисунок 2 – Характеристики поглинання радіохвиль в атмосфері (на рівні моря)

ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ГІБРИДНИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

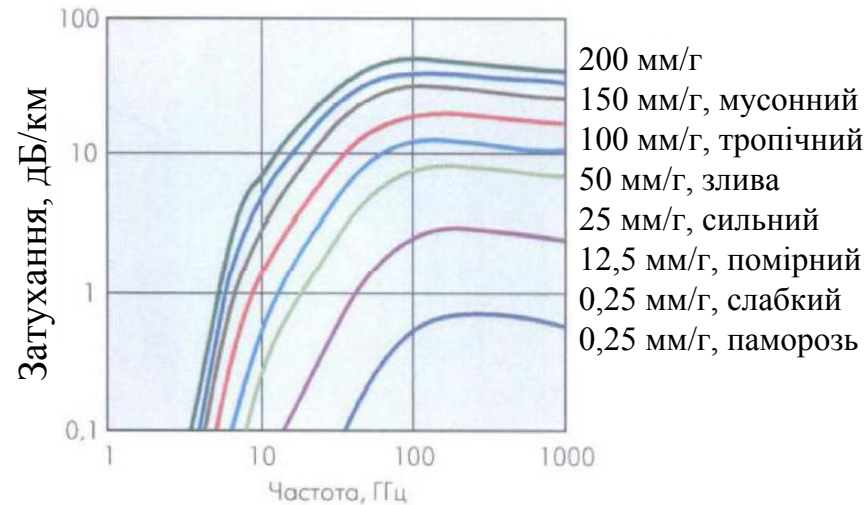


Рисунок 3 – Загасання радіохвиль, що викликається дощем різної інтенсивності

Таблиця 1 - Базовий набір швидкостей проекту IEEE 802.11n

Модуляція	Швидкість кодування	Кількість бітів на підносійну	Кількість кодованих бітів на символ	Кількість інформаційних бітів на символ	Швидкість передачі даних	
					GI = 0,8 мкс	GI = 0,4 мкс
BPSK	1/2	1	52	26	6,5	7,2
QPSK	1/2	2	104	52	13,0	14,4
QPSK	3/4	2	104	78	19,5	21,7
16-QAM	1/2	4	208	104	26,0	28,9
16-QAM	3/4	4	208	156	39,0	43,3
64-QAM	2/3	6	312	208	52,0	57,8
64-QAM	3/4	6	312	234	58,5	65,0
64-QAM	5/6	6	312	260	65,0	72,2

СТРУКТУРА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕДАЧІ СТАНДАРТУ IEEE 802.11N



ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ ГІБРИДНОГО РАДІО- ОПТИЧНОГО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Виробник	Модель обладнання	Швидкодія оптичного каналу	Швидкодія радіо-каналу	Тип радіо-каналу	Макс. довжина радіолінії
LightPointe	FlightStrata 100 XA	100 Мбіт/с	72 Мбіт/с	Wi-Fi (5.47 – 5.85 ГГц)	5000 м
MRV	TereScope Fusion	100 Мбіт/с 1000 Мбіт/с	10 – 20 Мбіт/с	Wi-Fi (2.4 ГГц)	4000 м
CBL	AirLaser IP 100	125 Мбіт/с	4.5 Мбіт/с		2000 м
AirLinx	UniFSO100/155	100 Мбіт/с 155 Мбіт/с	10 – 20 Мбіт/с	Wi-Fi	3000 м

МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ В РЕЖИМІ ГАРЯЧОГО РЕЗЕРВУ

Таблиця 4 – Параметри гібридного каналу супутникової системи передачі в режимі гарячого резерву

Назва параметру ССП	Значення
Пропускна здатність оптичного каналу	1024 Мбіт/с
Пропускна здатність радіоканалу	512-1024 Мбіт/с
Тривалість переключення Q_1	10 с
Тривалість переключення Q_2	1 с
Середня довжина інформаційного пакету	1024 байта
Середній інтервал між пакетами	0,1-1 мс

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ В РЕЖИМІ ГАРЯЧОГО РЕЗЕРВУ

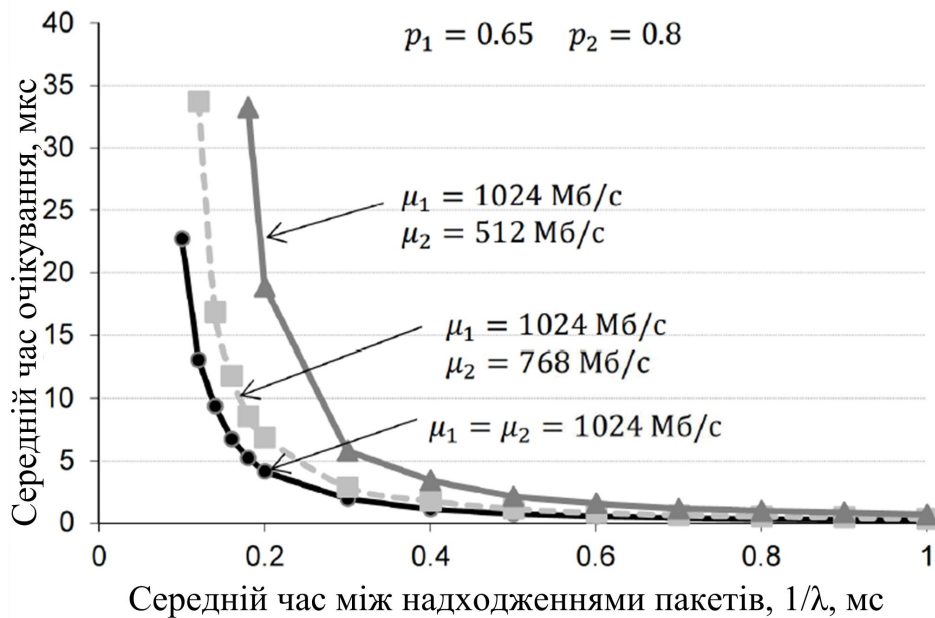


Рисунок 4 – Залежність середнього часу очікування в черзі від вхідного потоку

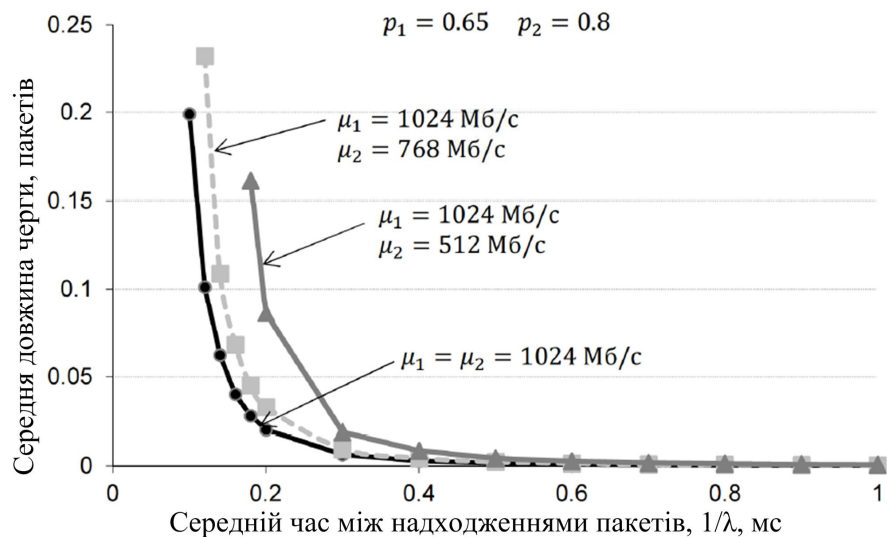


Рисунок 5 – Залежність середньої довжини черги від інтенсивності вхідного потоку

МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ В РЕЖИМІ

ХОЛОДНОГО РЕЗЕРВУ

Таблиця 5 – Параметри гібридного каналу супутникової системи передачі в режимі холодного резерву

Назва параметру ССП	Значення
Пропускна здатність оптичного каналу	1024 Мбіт/с
Пропускна здатність радіоканалу	512 Мбіт/с
Тривалість переключення Q_1	10 с
Тривалість переключення Q_2	1 с
Середня довжина інформаційного пакету	1024 байта
Середній інтервал між пакетами	0,5-2 мс

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ В РЕЖИМІ ХОЛОДНОГО РЕЗЕРВУ

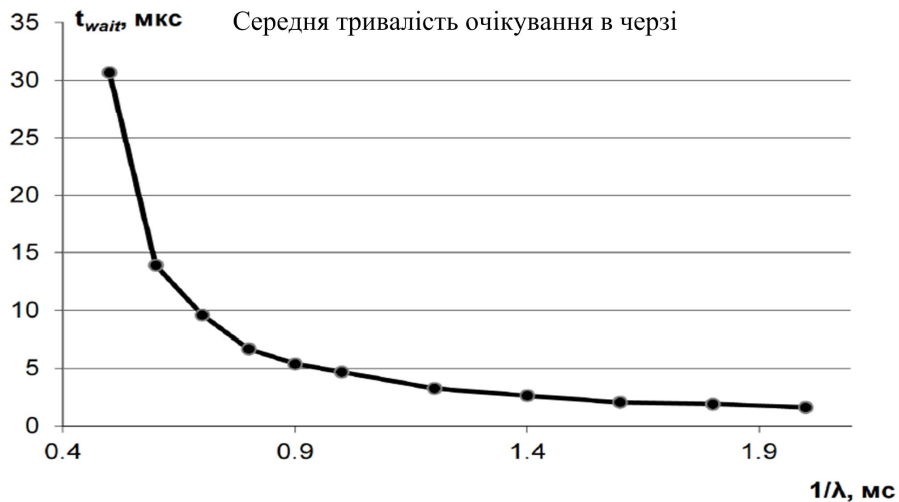


Рисунок 6 – Залежність середнього часу очікування пакета в черзі від λ

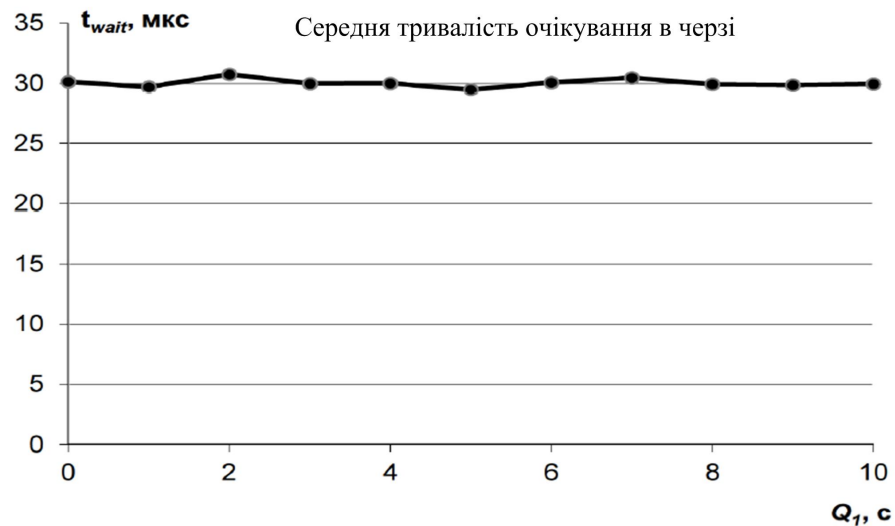


Рисунок 7 – Залежність середнього часу очікування пакета в черзі від Q_1

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ В РЕЖИМІ ХОЛОДНОГО РЕЗЕРВУ

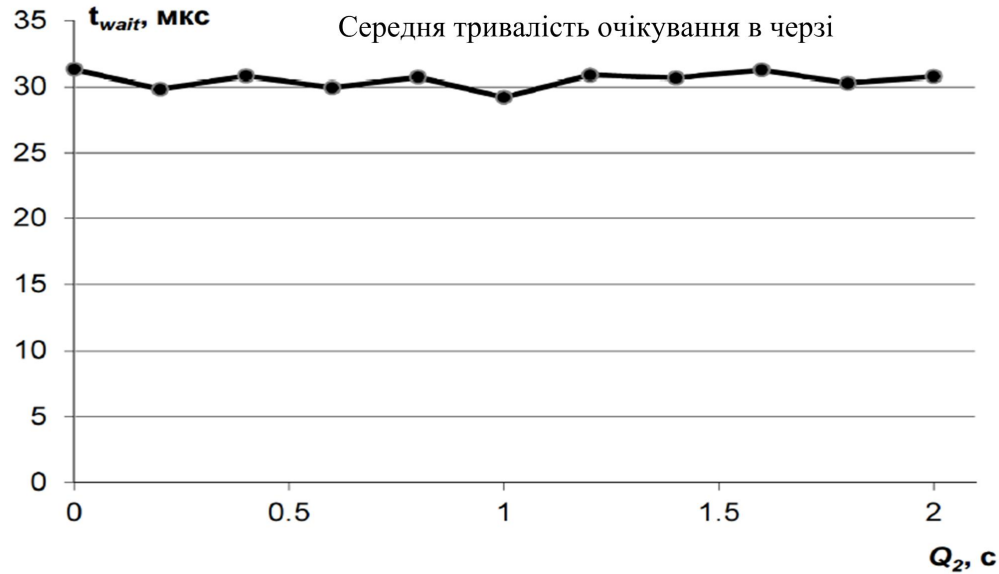


Рисунок 8 – Залежність середнього часу очікування пакета в черзі від Q_2

ВИСНОВКИ

- В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено комплекс аналітичних і імітаційних (машинних) моделей гібридних каналів зв'язку заснованих на атмосферній оптичній лінії зв'язку і радіоканалі, що функціонує під управлінням протоколу IEEE 802.11n або радіоканалу працює в міліметровому діапазоні радіохвиль. Зокрема:
 - 1. Сформульовано математична модель, адекватно описують функціонування гібридної системи на базі атмосферної оптичної лінії зв'язку і радіоканалу, який функціонує під управління протоколу IEEE 802.11n в режимі холодного резерву
 - 2. Сформульовано математична модель, адекватно описують функціонування гібридної системи на базі атмосферної оптичної лінії зв'язку і каналу міліметрового діапазону радіохвиль в режимі гарячого резерву.
 - 3. Розроблено методи та алгоритми дослідження характеристик гібридної системи з холодним резервом як однолінійної системи масового обслуговування з двома можливими швидкостями обслуговування і обмеженим часом їх використання.
 - 4. Розроблено методи та алгоритми розрахунку характеристик гібридної системи з гарячим резервом як системи масового обслуговування з двома неоднорідними приладами. В даному випадку в гібридній системі оптичний і радіо канали використовуються паралельно.
 - 5. Сформульовані умови існування стаціонарного режиму моделей, що описують роботу гібридного пристрою, як в режимі холодного резерву, так і в режимі гарячого резерву.
 - 6. На базі статистичних даних визначено параметри функції розподілу випадкових величин, що описують часи зміни погодних умов.
 - 7. Для дослідження моделей гібридного каналу з довільними функціями розподілу часів обслуговування і надходження пакетів розроблений комплекс імітаційних (машинних) моделей.
 - 8. Розроблено 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.
 - 9 Висока точність і адекватність розроблених аналітичних моделей підтверджена результатами імітаційного моделювання.
 - 10. За допомогою пакету програм можуть бути розраховані основні характеристики гібридної системи, такі як середня пропускна здатність системи, середній час доступності каналів, середній час затримки пакета з даними.

Дякую за увагу!!!