

Найпоширенішим елементом дистанційного навчання є створення електронних посібників, які є достойною заміною друкованих. Саме наукова література часто містить достатньо графічної інформації, створення якої описано у самому тексті [3].

Підсумувавши все вищезгадане, можна прийти до висновку, що інформаційні технології відіграють важливу роль у будь-якій сфері людського життя – в медицині, торгівлі, науки, освіти, харчування тощо. Не дивлячись на всі свої позитивні сторони, сучасні інформаційні технології несуть за собою і проблеми для людини, головним із них є екранна залежність. Тому, індивіду потрібно чітко розуміти свої цілі та одразу створити баланс між віртуальним та реальним світом задля успішної взаємодії, що в майбутньому принесе бажаний результат.

Література:

1. Використання інформаційних технологій в навчальному процесі – URL: http://ua-referat.com/Використання_інформаційних_технологій_в_навчальному_процесі.

2. Нові інформаційні технології в освіті – URL: <http://it-technolog.com/statti/novi-informatsiyni-technologiyi-v-osviti/>.

3. Косинський, В. І. Сучасні інформаційні технології [Текст] : навчальний посібник : рек. МОНУ / В. І. Косинський, О. Ф. Швець. – 2-ге вид., випр. – К. : Знання, 2012. – 319 с.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-266-4/112>

ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЛОБАЛЬНОЇ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ STARLINK

Розенвассер Д. М.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри комп'ютерних наук

Факультету кібербезпеки, програмної інженерії

та комп'ютерних наук

Міжнародний гуманітарний університет

м. Одеса, Україна

Спектральна ефективність є однією з найбільш важливих характеристик будь-якої системи передавання. Використання методів

багатопозиційної модуляції дозволяє забезпечити високе значення спектральної ефективності за рахунок збільшення числа рівнів сигналу [1]. Але збільшення числа рівнів сигналу призводить до зниження завадостійкості сигналу, так що існує необхідність у розробці інших способів підвищення спектральної ефективності, які можуть викликати менші втрати у відношенні сигнал/шум. Підвищення спектральної ефективності дозволяє знизити витрати на використання виділеного діапазону частот. Однак зі зростанням спектральної ефективності системи передавання підвищується загальна вартість компонентів системи і збільшується ймовірність виникнення помилок при передаванні даних. Оптимальне співвідношення між значеннями зазначених параметрів є одним з найбільш важливих факторів для операторів і виробників обладнання.

Сьогодні одним з найбільших у світі операторів та виробників обладнання для телекомунікаційних послуг є компанія SpaceX, яка розвиває мережу супутників Starlink [2], за допомогою яких надає послуги швидкого широкосмугового доступу до мережі Інтернет.

Спочатку SpaceX планувала запустити 4425 супутника з передавачами Ka- і Ku-діапазонів (від 12 до 18 ГГц і від 26,5 до 40 ГГц відповідно) з терміном служби 5-7 років на низьку навколосезну орбіту в 83 орбітальних площинах в діапазоні висот від 1110 до 1325 кілометрів, саме таке розміщення, за оцінкою компанії, повинно було усунути головний недолік супутникового інтернету – великі затримки в проходженні сигналу. У 2017 році стало відомо, що супутникова угруповання SpaceX буде складатися з 11943 супутників. Крім початкових 4425 апаратів в угруповання планується включити 7518 супутників на більш низьких орбітах – від 335 до 346 кілометрів. За задумом, всі апарати будуть збудовані в однорангові з'єднання (кожен супутник в мережі буде самостійною одиницею, одночасно виконуючи функції і клієнта, тобто учасника мережі, і сервера, керуючого її сегментами). Це повинно розширити канали зв'язку і збільшити швидкість доступу в густонаселених районах – істотно більш низьке розташування супутників дозволить знизити затримку сигналу до 25 мілісекунд [3]. Для порівняння, в стільникових мережах стандарту 4G затримка становить в середньому з 7-8 мілісекунд, але може бути і більше в залежності від навантаження на мережу і віддаленості стільникових веж. Станом на цей момент компанія SpaceX під час 65 запусків ракети-носія Falcon 9 вивела на орбіту 3449 супутників системи Starlink.

Пропускна здатність супутника Starlink становитиме 20 Гбіт/с при роботі в двох поляризаціях і з 64QAM (квадратурна амплітудна модуляція). За деякими джерелами навіть 88,5 Гбіт/с [4]. Але зараз мережа може використовувати лише одну поляризацію. Для роботи з

модуляцією 64QAM необхідно мати нормований показник співвідношення сигнал/шум понад 17 дБ. Однак наразі цей параметр на терміналі UT-1 становить від 11 до 12,5 дБ, що відповідає 16-32APSK (амплітудна та фазова маніпуляція) і має спектральну ефективність максимум 3,5 біт/Гц.

Спектральна ефективність можливих варіацій Starlink представлена у таблиці 1 [5].

Швидкість завадостійкого коду досягає значення 0,95, а спектральна ефективність 7,45 дБ. Це значення у приблизно 2 рази більше ніж у інших супутникових методах ширококутового доступу до мережі Інтернет.

Таблиця 1

Спектральна ефективність Starlink

Модуляція	Швидкість завадостійкого коду	Спектральна ефективність, біт/Гц	Спектральна ефективність, дБ
QPSK	0,5	0,989	-0,05
8PSK	0,75	2,228	3,48
16PSK	0,833	2,479	3,94
16APSK	0,666	2,637	4,21
16APSK	0,75	2,967	4,72
32APSK	0,9	4,453	6,49
64QAM	0,772	4,5234	6,55
64QAM	0,873	5,1152	7,09
64QAM	0,948	5,5547	7,45

Отже, за умов використання двох поляризацій з 64QAM та з запланованими 11943 супутниками компанії SpaceX вдасться забезпечити доступ до мережі Інтернет у будь-якій точці планети з високою пропускну здатністю та спектральною ефективністю.

Література:

1. Bernard Sklar, Digital Communications, Fundamentals and Applications, Prentice Hall PTR, Second Edition, 2001. ISBN: 0-13-084788-7.
2. World's most advanced broadband satellite internet. URL: <https://www.starlink.com/technology>.
3. Cakaj S., The Parameters Comparison of the «Starlink» LEO Satellites Constellation for Different Orbital Shells. Frontiers in Communications and Networks, 2021. 2(7).
4. Tradespace exploration of the next generation communication satellites. A. Aguilar, P. Butler, J. Collins, M. Guerster – AIAA Scitech 2019 Forum, 2019.

5. Dr. S.Pekhterev «The bandwidth of the StarLink constellation and the assessment of its potential subscriber base in USA», SatMagazine, November 2021, pp. 54-57.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-266-4/113>

УНІВЕРСАЛЬНА ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ДЛЯ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ

Русу О. П.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук
Факультету кібербезпеки, програмної інженерії
та комп'ютерних наук
Міжнародний гуманітарний університет
м. Одеса, Україна*

Дистанційна форма навчання стала об'єктивною реальністю нашого сьогодення. Досвід проведення дистанційних занять, отриманий українськими навчальними закладами за останні роки, показав, що цей спосіб має певні переваги і тому стовідсотково залишиться у майбутньому, щонайменше у якості допоміжного, а можливо – і у якості основного формату навчання.

Однією із проблем, що виникає у процесі навчання, є проведення практичних та лабораторних робіт по дисциплінам, які цього потребують. На протязі тривалого часу для цього використовувались лише спеціалізовані лабораторні макети, на яких учні та студенти здобували необхідні практичні навички. Проте фізичне моделювання має істотні обмеження і не завжди дозволяє у певній мірі дослідити той чи інший процес, особливо коли дисципліна має теоретичний характер. Тому, починаючи з 90-х років – коли з'явилися відповідні комп'ютерні засоби і програмне забезпечення – майже усі навчальні заклади намагаються перевести частину своїх практичних дослідів на віртуальні платформи. На сьогоднішній день, використання віртуальних лабораторій є актуальним напрямком, який активно досліджується фахівцями, що працюють в галузі освіти [1], і вже існує певна кількість платформ, які дозволяють проводити віртуальні дослідження [2], проте усі вони мають певні недоліки, що стримують їх широке використання