

Мнушка О.В.

аспірант кафедри інформатики

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

ОЦІНКА BER У КАНАЛІ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ З УРАХУВАННЯМ ПОХИБОК, ОБУМОВЛЕНИХ ПОМИЛКАМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ АНТЕННИХ ПРИБОРІВ

Постановка проблеми. Ймовірність помилки на один біт (Bit Error Rate, BER) каналу супутникової системи цифрового зв'язку (ССЦЗ) є характеристикою тракту прийому-передачі сигналу і безпосередньо показує можливість використання обраної схеми та обладнання ССЦЗ для здійснення комунікацій. Оцінка BER здійснюється засобами імітаційного моделювання. Для основних (простих) конфігурацій ССЦЗ можуть бути отримані аналітичні залежності, для чого істотно спрощується модель каналу прийому-передачі [1, 2]. Урахування впливу заводів різного типу є складною комплексною задачею [3]. Програми моделювання складних технічних систем вимагають розв'язку ряду задач, серед яких: розробка математичної моделі; вибір технології програмування; реалізація чисельних методів; протоколювання й візуалізація результатів моделювання; організація інтерфейсу користувача. Застосування стандартних математичних пакетів для рішення такою задачею не завжди є вправним і можливим.

Метою роботи є оцінка BER у каналі ССЦЗ на основі побудови регіональних інформаційних карт ССЦЗ.

Для побудови регіональних інформаційних карт автором було розроблено програмне забезпечення (ПЗ) для оцінки BER, у якому, на відміну від [5], реалізовано можливість урахування більшої кількості факторів, що впливають, в тому числі помилки орієнтації по азимуту та куту місця антени прийомного пристрою ССЦЗ. У якості технології розробки ПЗ було обрано технологію об'єктно-орієнтованого програмування мовою C++, що дозволило відокремити реалізацію обчислювального алгоритму від сервісних функцій побудови інтерфейсу користувача й візуалізації результатів моделювання. Для візуалізації результатів моделювання використано можливості Open Source бібліотеки `mathgl` (`mathgl.sourceforge.net`), програмний інтерфейс реалізовано з використанням крос-платформної бібліотеки QT. Для документування результатів моделювання реалізоване зберігання отриманих даних у вигляді файлів, які містять всю інформацію про параметри моделювання.

Результати роботи. Отримано результати моделювання BER у вигляді регіональних інформаційних карт прийому-передачі (рис. 1) для довільних конфігурацій ССЦЗ. Для відомих тестових просторових конфігурацій ССЦЗ [4] отримано уточнені регіональні карти з урахуванням помилок позиціонування на супутник.

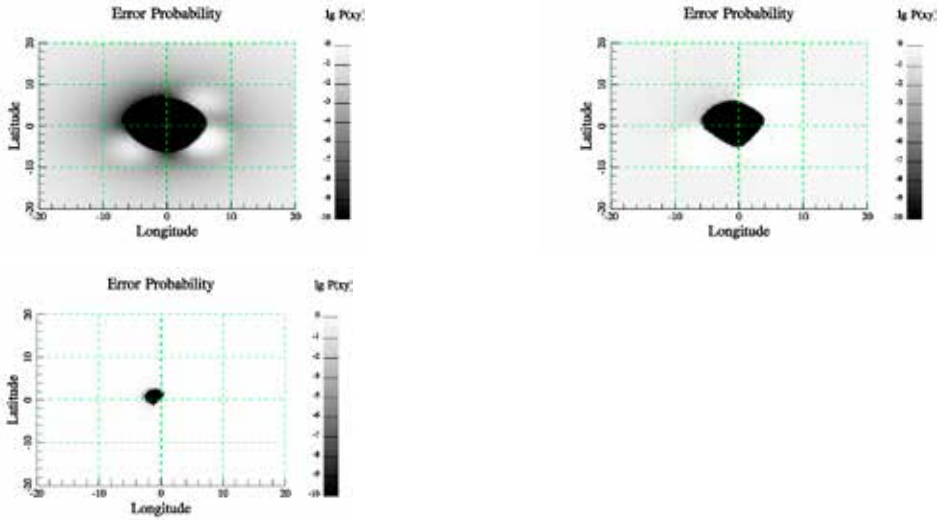


Рисунок 1. Вплив помилки орієнтації за азимутом для конфігурації із заводовими джерелами сигналу

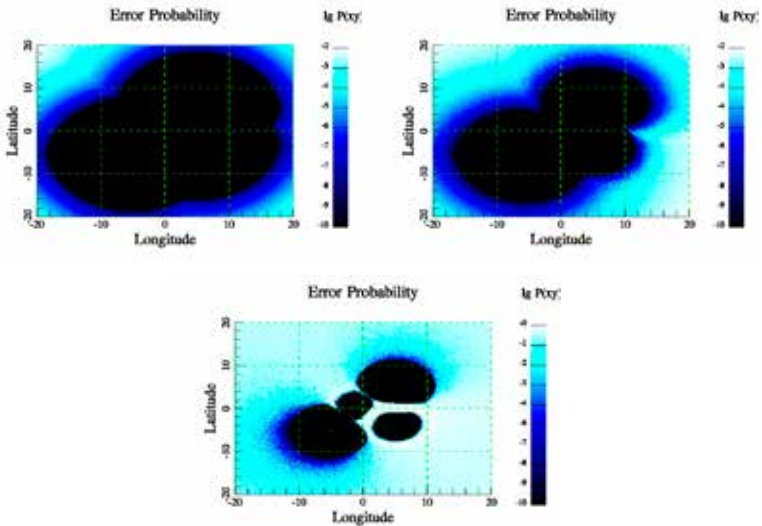


Рисунок 2. Вплив помилки орієнтації за азимутом для конфігурації із всіма корисними джерелами сигналу

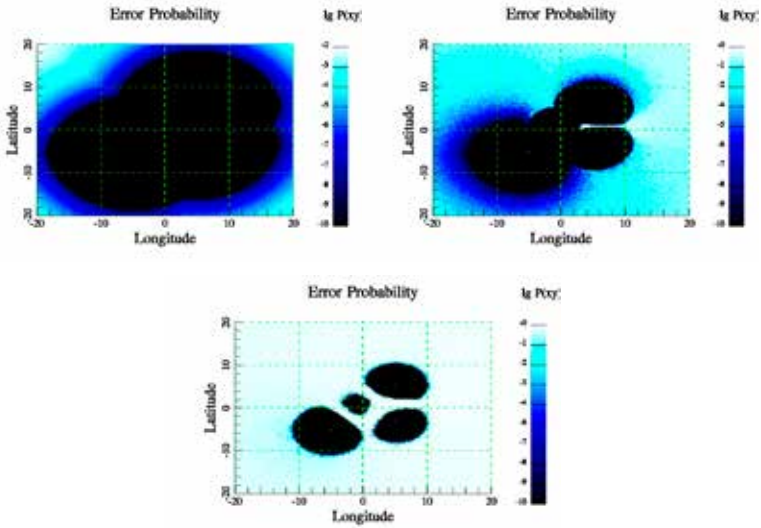


Рисунок 3. Вплив помилки орієнтації за кутом місця для конфігурації із всіма корисними джерелами сигналу

Для оцінки впливу помилок орієнтації антени на супутник проведено оцінку отриманих результатів. У якості критерію оцінки обрано інтегральну оцінку площі території на регіональній інформаційній карті, де рівень ймовірності помилки не перевищує заданого рівня. Для конфігурації ССЦЗ (рис. 1) отримано залежність зони впевненого прийому сигналу із ймовірністю помилки, що не перевищує 10^{-5} (рис. 4) . Помилки орієнтації антени за кутом азимуту на $\pm 0,3^\circ$ призводить до скорочення зони впевненого прийому майже в 3 рази.

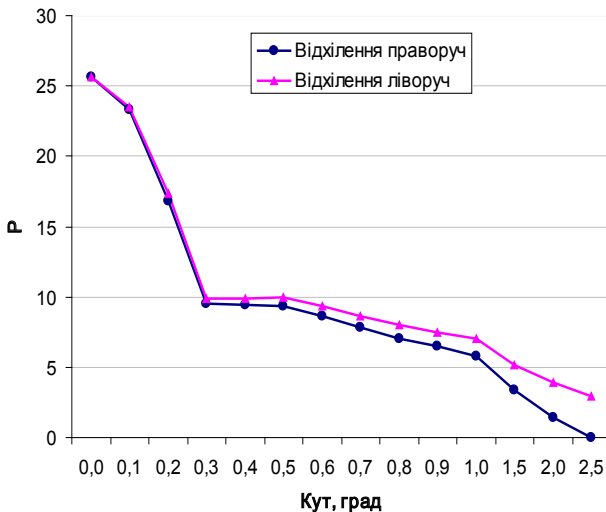


Рисунок 4. Залежність BER від помилок орієнтації антенного пристрою

Висновки й перспективи подальших досліджень. Розроблене програмне забезпечення призначене для проектування ССЦЗ на основі оцінки ймовірності помилки при передачі бінарних символів у обраній конфігурації ССЦЗ. Отримані результати можуть бути використані для синтезу оптимальних систем керування антенами рухомих ССЦЗ.

Література

1. Кантор Л.Я. Спутниковая связь и проблемы геостационарной орбиты / Л.Я. Кантор, В.В. Тимофеев. – М. : Радио и связь, 1988. – 168 с.
2. Jerushim M. Simulation of Communication System. Modeling, Methodology, and Technics / M. Jerushim, P. Balaban, K. Sam Shanmugan. – Kluwer Academic Publisher. – 2000. – 907 p.
3. Cost Action 255. Radiowave Propagation Modelling for SatCom Services at Ku-Band and Above. Final Report [Електронний ресурс] / THE Cost 255 Homepage. – Режим доступу : <http://www.cost255.rl.ac.uk/> . – 06.2012.
4. Мазманишвили А.С. Визуализация информационных характеристик электромагнитной обстановки в спутниковой системе связи / А.С. Мазманишвили, О.Я. Никонов // «Вісник СумДУ. Серія Технічні науки». – Суми, 2008. – № 4. – С. 30-37.
5. Мнушка О.В. Програмне забезпечення моделювання ймовірності помилки в цифрових системах зв'язку / Мнушка О.В., Никонов О.Я., Савченко В.М. // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011) : матеріали V міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 19 – 21 травня 2011 р. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – С.177-178.