

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра телекомунікаційних систем та телебачення

Магістерська кваліфікаційна робота

за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»

на тему:

ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЙМАЧА СУПУТНИКОВОГО СИГНАЛУ

08-34.МКР.005.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2-го курсу,
групи ТТК-17м
спеціальності 172 – Телекомунікації та
радіотехніка

_____ Жмурко І. С.

Керівник: к.т.н., доцент каф. ТКСТБ
_____ Войцеховська О. В.

Великий науковий інтерес до ССЗ обумовлений стрімким їх розвитком і ростом потреби в підвищенні швидкостей передачі даних при різних умовах прийому. Основною особливістю ССЗ є їх повсюдність і можливість забезпечення обміну даними з віддаленими регіонами, в яких відсутня інфраструктура наземних систем зв'язку. Крім того, ССЗ широко використовуються для забезпечення зв'язку з рухомими об'єктами.

Актуальність задачі оптимізації характеристик ССЗ підтверджується великою кількістю публікацій із зазначеної тематики в спеціалізованих західних виданнях [12, 13, 14, 18, 20, 21, 25, 27, 28, 33, 34]. Також наукова активність в цій темі спостерігається і в Україні [13].

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є приймачі супутникових систем передачі.

Предмет дослідження. Оптимізація режиму роботи супутникового приймача з точки зору підвищення його завадостійкості.

Мета роботи і завдання досліджень. Метою МКР є дослідження методів підвищення завадостійкості супутникових ліній зв'язку, розробка методики визначення оптимального режиму роботи супутникового ресивера при різних факторах, а також його програмній реалізації.

Для досягнення зазначеної мети було потрібно вирішення наступних завдань:

1. Дослідження теоретичних концепцій сучасних систем цифрового супутникового мовлення.
2. Розробка математичних і програмних моделей супутникової лінії зв'язку.
3. Розробка алгоритмів аналітичного опису сузір'їв сигнальних точок модуляції M-APSK.
4. Розробка методу оптимізації режиму роботи приймача з врахуванням перетворень AM / AM і AM / ФМ.
5. Розробка алгоритму пошуку оптимальних областей прийняття рішення для сузір'їв сигнальних точок M-APSK з різними параметрами: позиційністю модуляції; числом концентричних кіл; числом сигнальних точок на кожного кола; відносними радіусами кіл; відносних фазовими зрушеннями кіл щодо синфазної осі.
6. Розробка методу оптимізації режиму роботи приймача з врахуванням спільного впливу AM / AM і AM / ФМ перетворень, а також використання фільтра Найквіста із заданим коефіцієнтом згладжування.

Наукова новизна результатів роботи. З аналізу публікацій випливає, що на даний момент в літературі слабо висвітлено питання аналізу завадостійкості прийому сигналів з модуляцією M-APSK при роботі в нелінійному каналі, хоча саме нелінійні спотворення вносять істотний внесок у зниження завадостійкості прийому. При цьому не пропонується ефективних алгоритмів оптимізації режиму роботи ресивера. У вітчизняній літературі є лише поодинокі джерела з даної теми.

У МКР розглянуто ряд нових моделей і методів:

1. Математична і програмна моделі нелінійної супутникової лінії зв'язку.
2. Методика і алгоритм аналітичного опису сузір'я сигнальних точок модуляції M-APSK з різними параметрами.
3. Методика і алгоритм пошуку оптимальних меж областей прийняття рішення на амплітудно-фазовій площині для сузір'я M-APSK з різними параметрами: позиційний модуляції; числом концентричних кіл; числом сигнальних точок на кожного кола; відносними радіусами кіл; відносними фазовими зрушеннями кіл щодо синфазної осі.
4. Методика і алгоритм пошуку оптимального режиму роботи супутникового ретранслятора.

Практична цінність результатів

Результати проведених досліджень застосовуються в конструкторських розробках при модернізації існуючих систем зв'язку, а також при комп'ютерному моделюванні параметрів супутникової лінії зв'язку.

Апробація роботи. Результати роботи доповідалися і обговорювалися на наступних наукових конференціях:

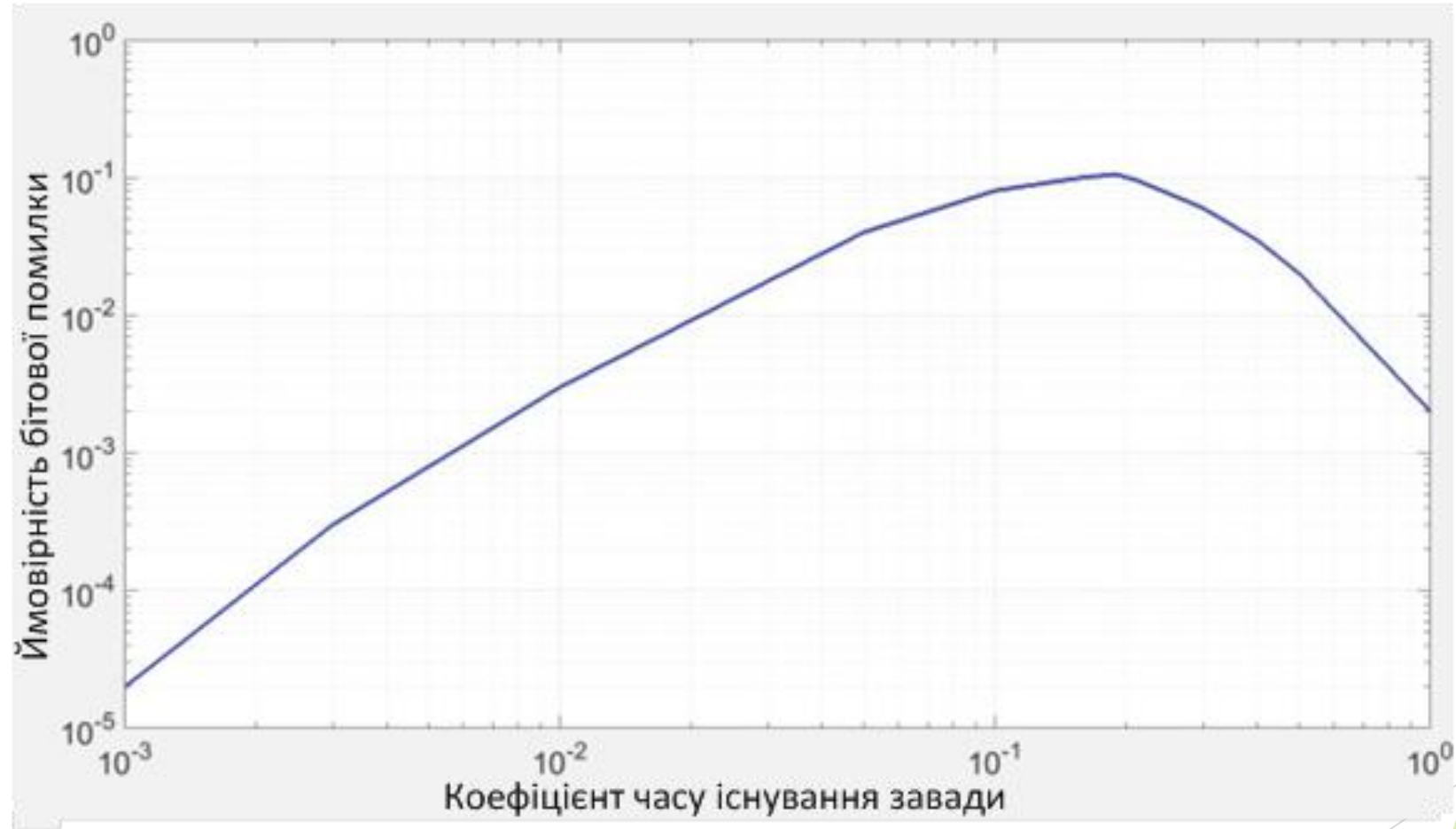
Основні результати досліджень представлені на: засіданнях Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи 2019» (м. Вінниця, 21.05.2018 – 30.05.2019) Вінниця, 2018.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



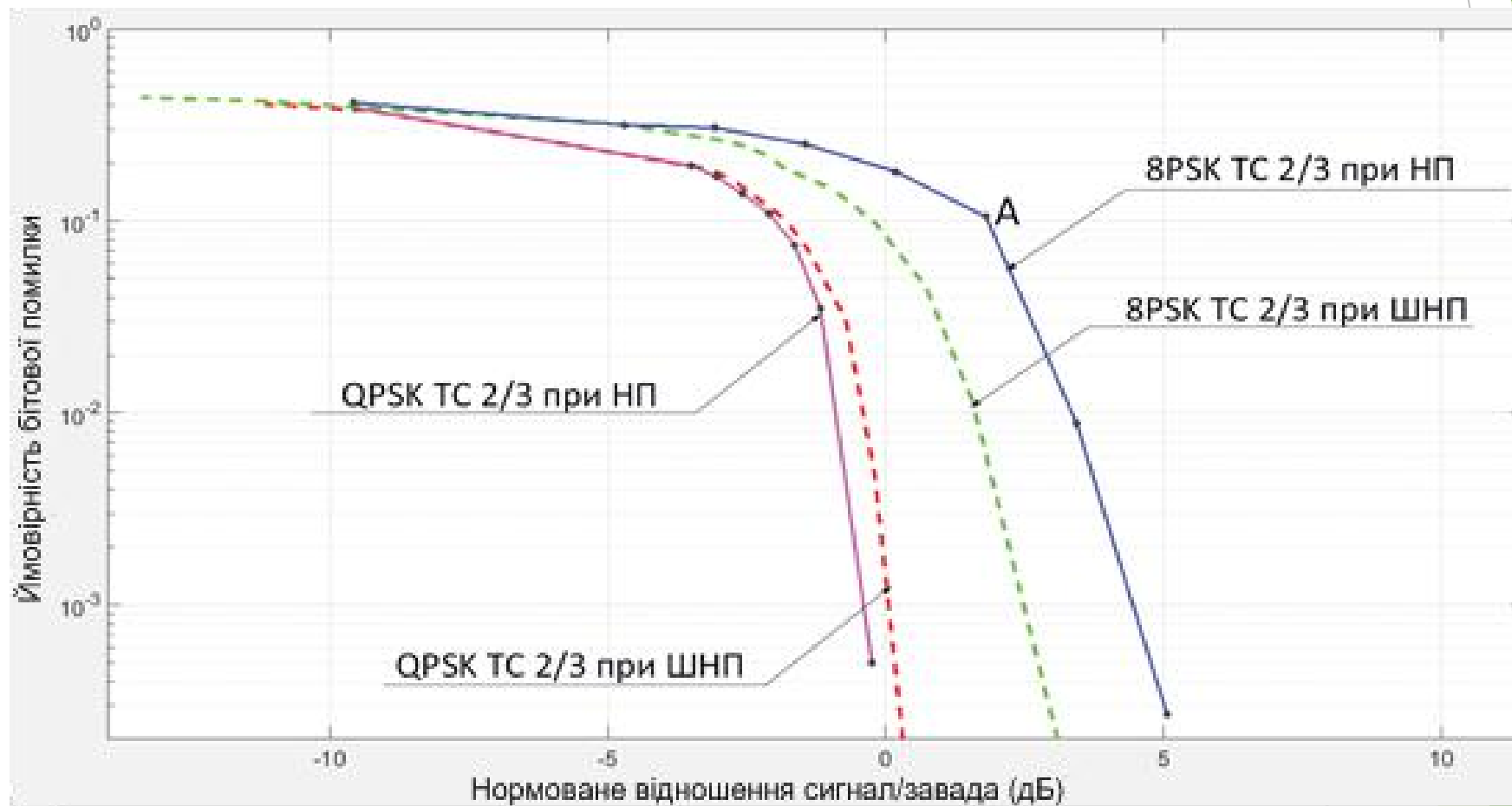
Схема функціонування каналу супутникового зв'язку DVB-RCS в умовах впливу шумових безперервних або нестационарних завад з можливістю перемикання в режим DVB-S2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



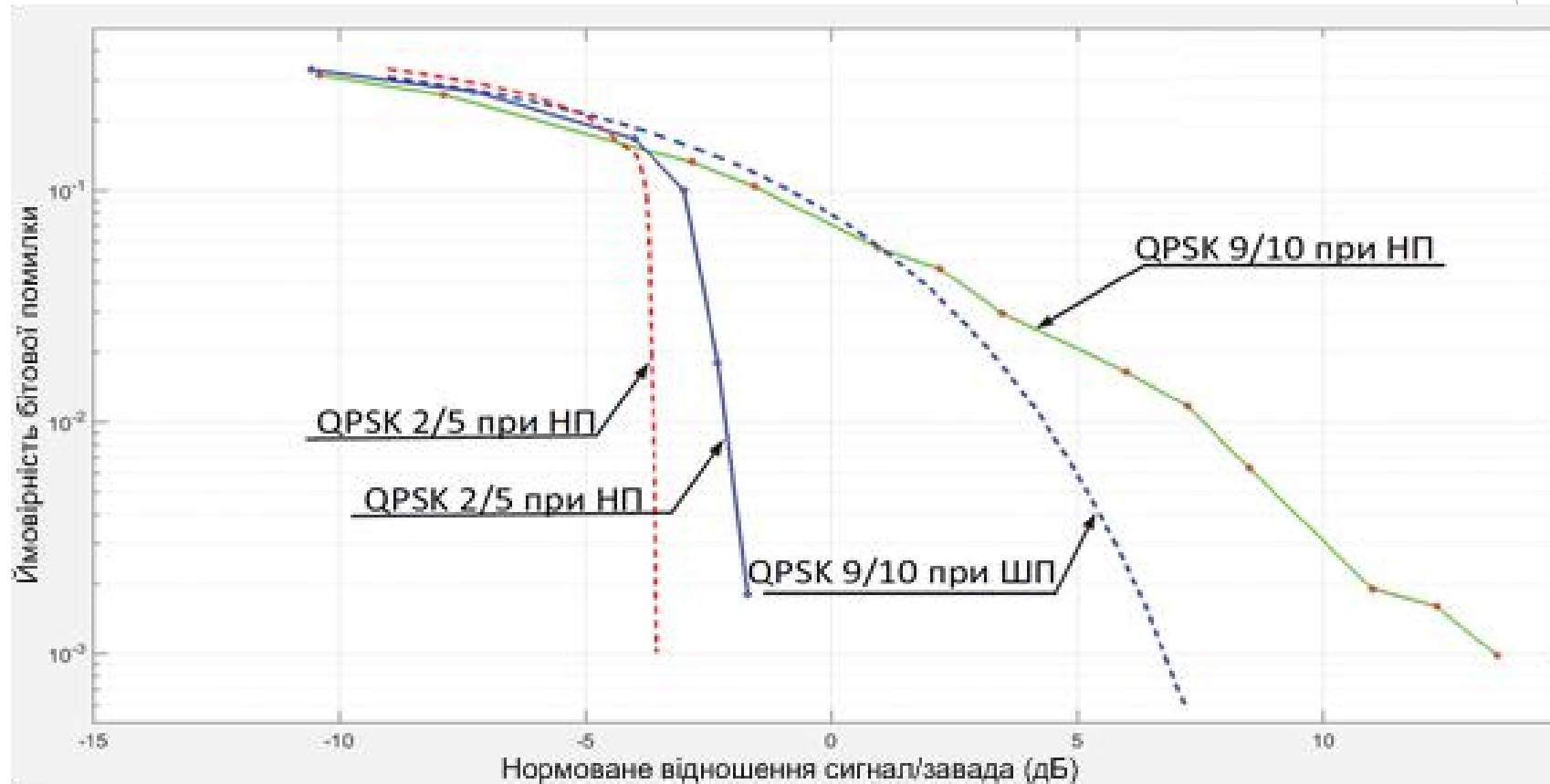
Пошук значення ρ , що максимізує $P_{\text{ном}}$ для випадку сигнально-кової конструкції DVB-RCS з модуляцією 8PSK

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



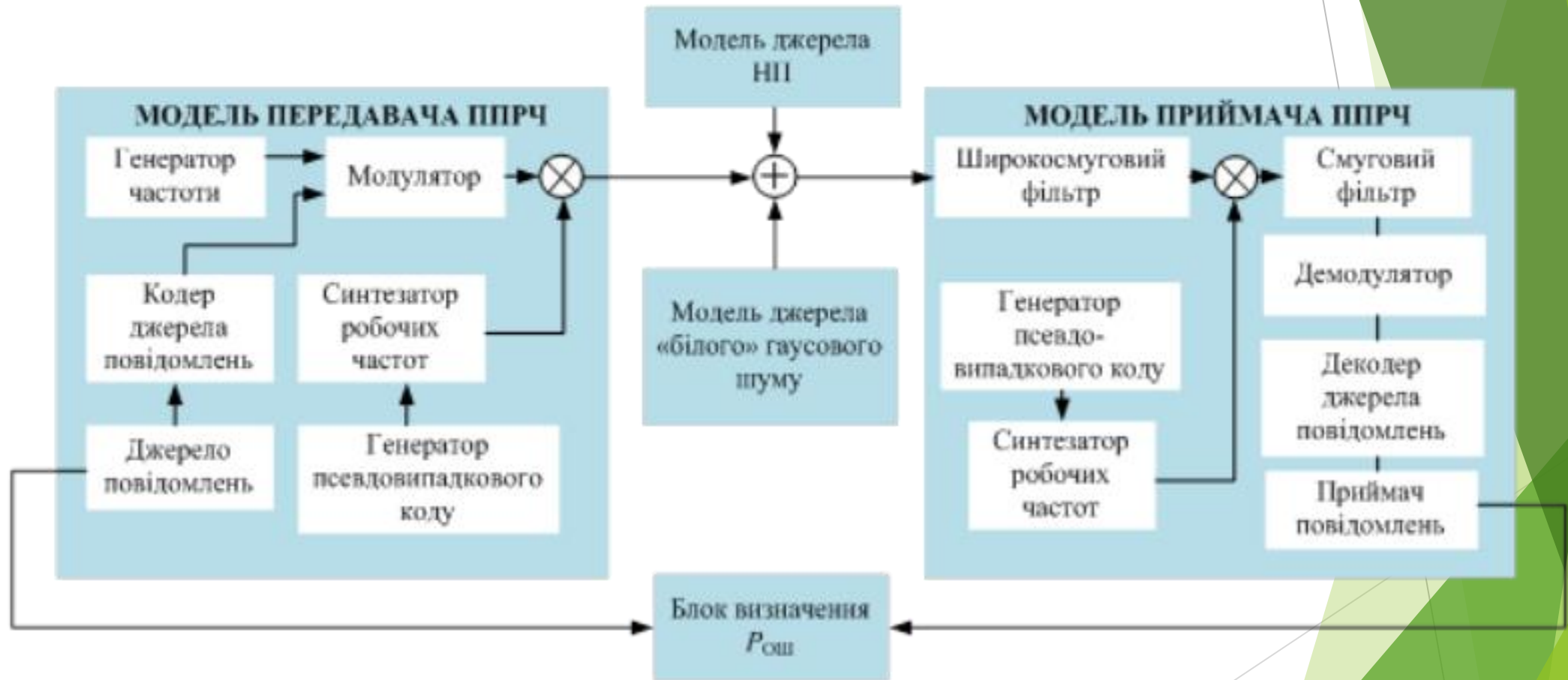
Графік залежності $P_{\text{пом}}$ стандарту DVB-RCS зі швидкістю завадостійкого кодуванням TC 2/3 і видами модуляції QPSK і 8-PSK до впливу шумових безперервних і нестационарних завад

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



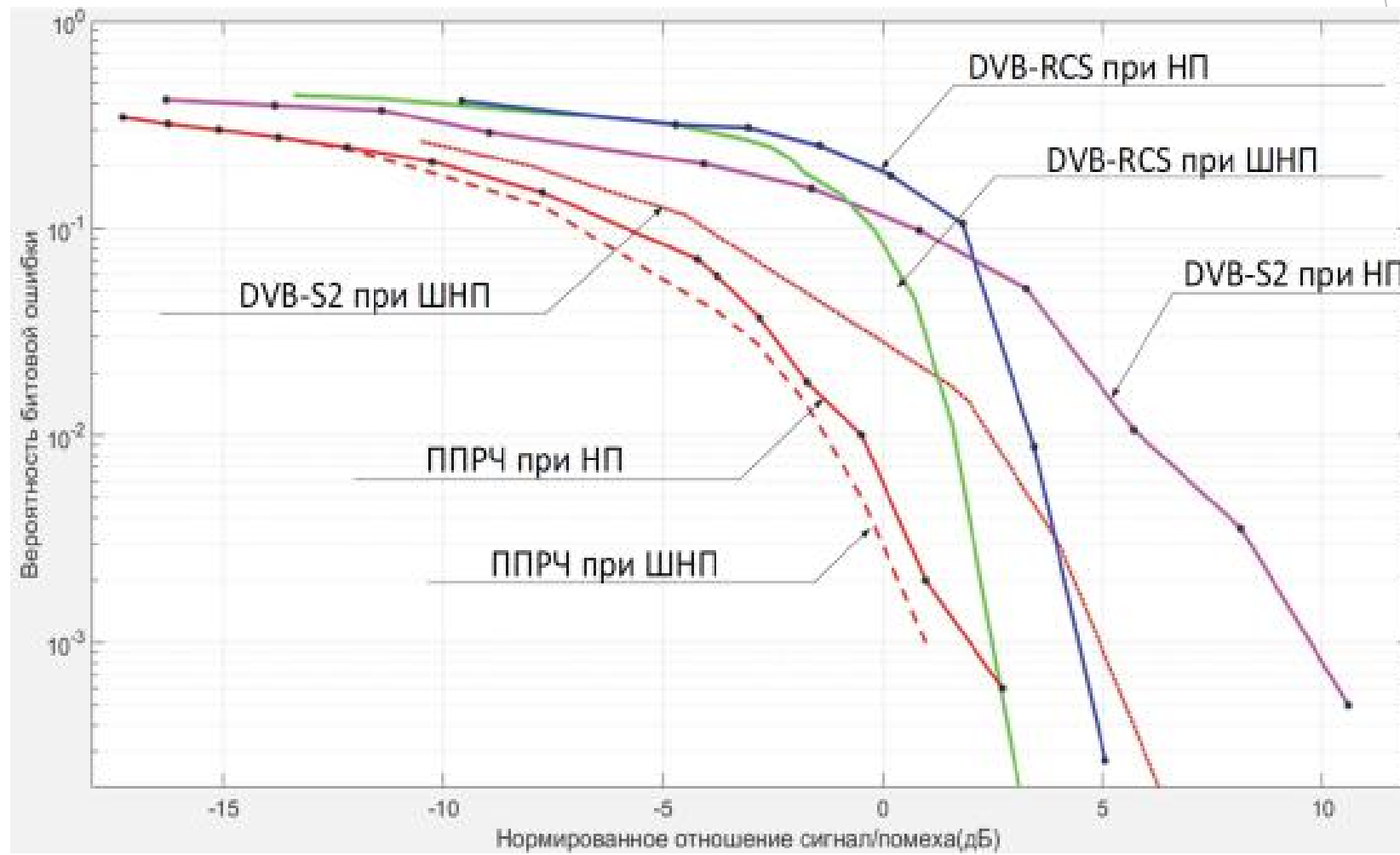
Графік ймовірності бітової помилки для сигналів з видом модуляції QPSK і швидкістю завадостійкого кодування 2/5 та 9/10 стандарту DVBS2 до впливу шумових безперервних і нестационарних завад

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



Структурна схема моделі каналу зв'язку з ППРЧ в умовах впливу нестационарних завад

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ МОДЕЛЕЙ СУПУТНИКОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ



Порівняльна характеристика завадостійкості стандартів DVB-RCS (8PSK, 6/7), DVB-S2 (8PSK, 9/10) та ППРЧ / 8PSK до впливу НП і ШНЗ

ВИСНОВКИ

Приймальні пристрої сучасних систем супутникового зв'язку можуть функціонувати в умовах впливу ненавмисних НП. Завадостійкість відомих стандартів DVB-RCS і DVB-S2 в разі впливу безперервної шумової та нестаціонарної завад істотно різниться. Ступінь цієї різниці залежить від обраних параметрів інформаційних і часових параметрів завади. Показано, що з ростом відношення сигнал / завада НЗ створюють більш небезпечний вплив на канал зв'язку у порівнянні з ШНЗ тієї ж потужності.

В ході дослідження визначено, що каскадне завадостійке кодування, що застосовується в стандарті DVB-S2, дозволяє успішно виправляти виникаючі помилки при впливі НП для низьких (1/4, 1/3) швидкостей кодування та становить небезпеку для більш високих (2 / 5,3 / 4, 4/5, 5/6, 8/9 і 9/10) швидкостей кодування збільшуючи ймовірність бітової помилки.

В цілому стандарт DVB-RCS є більш стійким до впливу НЗ в порівнянні з DVB-S2. Найбільш завадостійким до впливу даних завад - канал зв'язку з ППРЧ, проте він має меншу ефективність використання частотного ресурсу ретранслятора.

Таким чином, з метою забезпечення електромагнітної сумісності сучасних земних станцій супутникового зв'язку необхідно враховувати виявлені особливості стандартів зв'язку при організації їх експлуатації.