

УДК 621.397

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗБИРАННЯ НОВИН

Логінов М.Є.

ІРТЕ ОНАЗ ім. О.С. Попова

STUDY OF DIGITAL NEWS GATHERING SYSTEMS

Loginov M.E.

IRTE ONAT n.a. A.S. Popov

Анотація. У статті представлений аналіз технічних характеристик і параметрів DVB-DSNG (S2), які характеризують якісне функціонування системи в цьому стандарті. На базі комп'ютерного моделювання зроблена кількісна і якісна оцінка основних технічних й експлуатаційних показників.

Abstract. In article the analysis of technical performance and parameters DVB-DSNG (S2) characterizing operational quality in this standard is presented. Quantitative and qualitative performance estimation for operational quality based on computer simulation is provided.

У наш час цифрові супутникові системи збирання новин (DSNG) продовжують бурхливо розвиватися. Впровадження нових методів стиснення та передавання дозволяють ще додаткового підвищити ефективність цих систем у термінах використання радіочастотного ресурсу та аудіовізуальної якості програмних матеріалів. До цього часу у деяких країнах розроблені та функціонують декілька стандартів на системи цифрового збирання новин. У цій статті розглянуті супутникові системи цифрового збирання новин, що їх використовують у Європі. До таких систем відносять систему DVB-DSNG [2] та систему цифрового супутникового збирання новин, базовану на стандарті DVB-S2 (надалі будемо використовувати позначення DVB-DSNG (S2)) [3, 4]. Враховуючи те, що на сьогодні відсутній аналіз технічних характеристик цих двох систем, на основі документів [3, 4] і технічних специфікацій модуляторів з інтегрованими аудіо- й відеокодерами MPEG (EN8040 Voyager, Ericsson E5784/E5788 Voyager, Ericsson E5750 Voyager, Ericsson E5714 Voyager), побудовано таблицю узагальнених параметрів, в якій наведено технічні характеристики систем супутникового мовлення й збирання новин. Результати порівняльного аналізу надано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз технічних характеристик стандартів на системи супутникового збирання новин у стандартах DVB-DSNG та DVB-DSNG (S2)

Параметр	Стандарти на цифрове збирання новин	
	DVB-DSNG	DVB-DSNG (S2)
Параметри підсистеми каналного кодування й модуляції		
Модуляція	ФМ-4, ФМ-8, КАМ-16	ФМ-4, ФМ-8, АФМ-16, АФМ-32
Довжина блока оброблюваних даних	Пакети довжиною 188 байти, у тому числі 1 байт синхронізації, 3 байти заголовка й 184 байти корисного навантаження	Кадр складається з корисного навантаження довжиною 64 800 або 16 200 біт і заголовку довжиною 80 біт
Зовнішнє кодування й перемеження	Зовнішній код Ріда-Соломона RS (204,188, t = 8), що його отримано шляхом укорочення базового коду RS (255, 239, t = 8)	Код Боуза-Чаудхурі-Хоквінгейма (BCH) із коригувальною здатністю виправлення від 8 до 12 помилкових символів
Швидкості внутрішнього коду	Згортковий код 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Код LDPC зі швидкостями коду 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10
Ширина смуги частот	1,5–72 МГц	

Параметр	Стандарти на цифрове збирання новин	
	DVB-DSNG	DVB-DSNG (S2)
Режим використання смуги частот транспондера	Транспондер із частотним (FDM) і часовим (TDM) розділенням каналів	
Необхідна величина BER на виході внутрішнього декодера	$BER \approx 2 \cdot 10^{-4}$	$BER \approx 1 \cdot 10^{-7}$
Коефіцієнт округлення спектра	$\alpha = 0,25; \alpha = 0,35$	$\alpha = 0,2; \alpha = 0,25; \alpha = 0,35$
Параметри підсистеми стиснення		
Рівень ТВ системи	ТБСЧ	ТБВЧ
Роздільна здатність зображення	720×576, 704×576, 640×576, 576×576, 544×576, 576×528, 576×352 352×288, 320×288 352×240, 320×240	1920×1080i/25, 1440×1080i/25, 1280×1080i/25, 960×1080i/25 1280×720p/50, 960×720p/50, 720×640p/50
Конфігурація кодера стиснення відео	MPEG-2 MP @ ML; MPEG-4/AVC MP@L3	MPEG-2 422P @ ML MPEG-4 AVC HP@L4
Швидкість цифрового потоку відео	від 1,5 до 15 Мбіт/с (MPEG-2 MP @ ML) від 1 до 10 Мбіт/с (MPEG-4/AVC MP@L3)	від 1,5 до 30 (50 для 4:2:2) Мбіт/с (MPEG-2 422P @ ML) від 1 до 25 Мбіт/с (MPEG-4 AVC HP@L4)
Структура дискретизації кольорорізницевих сигналів	4:2:2	4:2:0/4:2:2
Режим аудіо	Моно/стерео	
Кількість аудіоканалів	до 8 каналів	
Кодування звуку	MPEG-1 Layer II; Dolby Digital® (AC-3) 2.0; Dolby Digital® (AC-3) 1 – 5.1 ; MPEG-2 AAC-LC; MPEG-4 HE-AAC	
Швидкість цифрового потоку аудіо	від 64 до 256 кбіт / с	
Експлуатаційні характеристики		
Тип ПТС	Малі ПТС (довжина до 2–5 метрів, вага 3–6 тонн) Середні ПТС (довжина 8–12 метрів, вага до 20 тонн) Великі ПТС (довжина до 14 метрів, вага понад 20 тонн)	
Обслуговуючий персонал	мін. 2 чоловік	
Число камер	Малі ПТС - до шести камер; середні ПТС - до 12 камер; великі ПТС - від 12 і більше камер.	
Швидкість розгортання ПТС	У середньому - 30 хвилин.	

Аналіз основних особливостей та принципів оброблення вхідних цифрових потоків в стандарті DVB-DSNG (S2) надано в [1]. Для оцінки характеристик системи DVB-DSNG (S2) використовують низку параметрів, що дозволяють оцінити якість функціонування наскрізного тракту системи за різних умов приймання. Результат узагальнення та аналізу можливих методів оцінки якості функціонування системи наведено в таблиці 2.

Інтерфейс моделі супутникового каналу системи DVB-DSNG (S2), що її розроблено в пакеті Simulink для оцінки характеристики наскрізного тракту, наведено на рисунку 1.

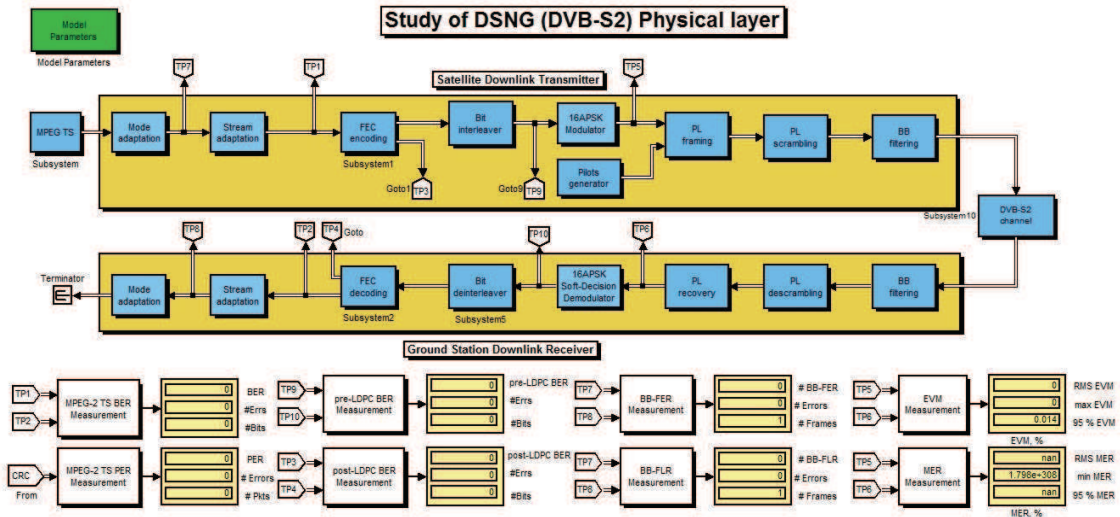


Рисунок 1 – Інтерфейс моделі супутникового каналу системи DVB-S2

У моделі передбачено можливість вибору таких параметрів системи DVB-DSNG (S2):

- метод цифрової модуляції: ФМ-4 (QPSK), ФМ-8 (8-PSK), АФМ-16 (16-APSK), АФМ-32 (32-APSK);
- швидкість внутрішнього коду LDPC: 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10;
- коефіцієнт скруглення спектра: 0,2; 0,25; 0,35;
- кількість ітерацій у декодері LDPC: 50 ітерацій;
- довжина кадру: 64800 біт.

Оцінка характеристик системи DVB-DSNG (S2) проводилось при кількості переданих біт на виході системи $1 \cdot 10^6$ біт, що забезпечувало статистично достовірні результати вимірювань. Результатами проведених вимірювань є графіки, отримані шляхом змінення відношення E_s/N_0 за наступних показань коефіцієнта помилок бітів BER на виході внутрішнього декодера від $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{-7}$. Проміжні значення знаходились шляхом лінійної інтерполяції серед вимірних точок. У цій статті наведено результати вимірювань при впливі АБГШ лише за ФМ-8 та різних швидкостей коду LDPC, що забезпечує достатній компроміс між потужністю сигналу на виході транспондера та швидкістю передавання модульованих символів. Результати вимірювань наведено на рисунках 2–5.

Із цих рисунків можливо визначити порогові значення відношення E_s/N_0 , за яких система буде працювати в квазібезпомилковому режимі з величиною BER після внутрішнього декодера LDPC. За цього режиму BER після декодера LDPC становить приблизно $1 \cdot 10^{-7}$. За режиму ФМ-8 значення порогового відношення E_s/N_0 становить приблизно від 7,9 до 11 дБ, в той час як величина BER на виході демодулятора є значно більшою, за рахунок чого забезпечується досить значний енергетичний вигреш каналного кодування. Зі збільшення величини BER буде збільшуватись кількість пакетів MPEG-2 TS та кадрів основної смуги (BB) з помилками, що буде призводити або до виникнення порогового ефекту на зображенні (в разі передавання сигналів відеослужб) або до неможливості декодування кадру або пакета.

Таблиця 2 – Параметри, що характеризують якість функціонування наскрізного тракту системи

Скорочення	Назва	Розрахункова формула	Рівень системи, на якому проводиться вимірювання
MER_{RMS}	Середньоквадратичне значення коефіцієнта помилки модуляції	$MER_{RMS} = \sqrt{\frac{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (EVM_n)^2}{U_{RMS}}}$	Рівень модуляції
EVM_{RMS}	Середньоквадратичне значення вектора помилки (EVM)	$EVM_{RMS} = \sqrt{\frac{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (e_k)}{P_{avg}}}$	
BB-FER	Коефіцієнт помилок кадрів основної смуги (BB)	$BB - FER = \frac{\text{кількість кадрів BB з помилками}}{\text{загальна кількість прийнятих кадрів BB}} \cdot 100 \%$	Рівень кадрів
BB-FLR	Вірогідність втрати кадру BB	$BB - FLR = \frac{\text{кількість кадрів BB з пошкодженими заголовками}}{\text{загальна кількість кадрів BB}} \cdot 100 \%$	
PER	Коефіцієнт помилки пакета MPEG	$PER = \frac{\text{кількість пакетів, прийнятих з помилками}}{\text{загальна кількість прийнятих пакетів}}$	Рівень пакетів
pre LDPC-BER	Коефіцієнт помилок бітів (BER) до декодера LDPC	$preLDPC BER = \frac{\text{кількість помилкових бітів до декодера LDPC}}{\text{загальна кількість прийнятих бітів до декодера LDPC}}$	Рівень бітів
post LDPC-BER	BER після декодера LDPC	$postLDPC BER = \frac{\text{кількість помилкових бітів після декодера LDPC}}{\text{загальна кількість прийнятих бітів після декодера LDPC}}$	

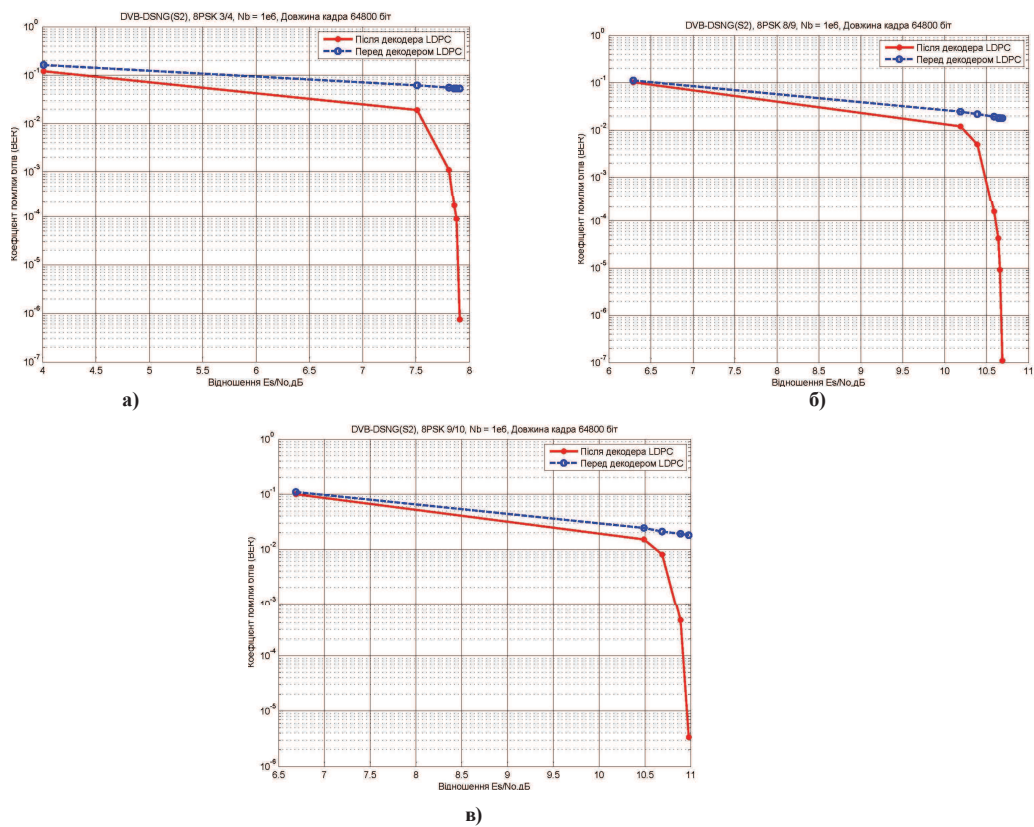


Рисунок 2 – Залежність величини BER у системі DVB-DSNG(S2) при конфігурації:

а) ФМ-8 3/4; б) ФМ-8 8/9; в) ФМ-8 9/10

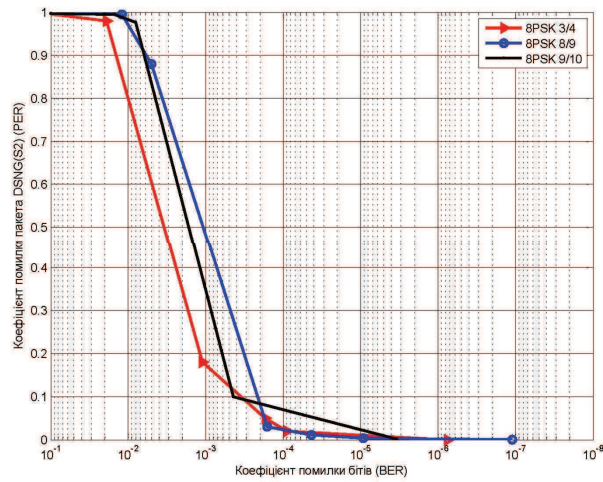


Рисунок 3 – Залежність PER у системі DVB-DSNG(S2) від величини BER

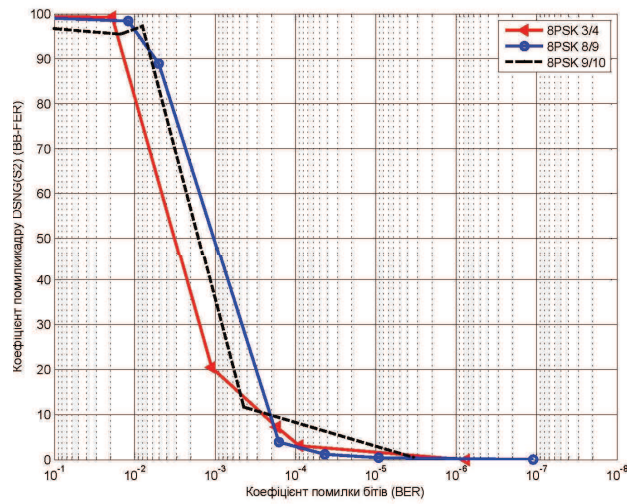


Рисунок 4 – Залежність BB-FER у системі DVB-DSNG(S2) від величини BER

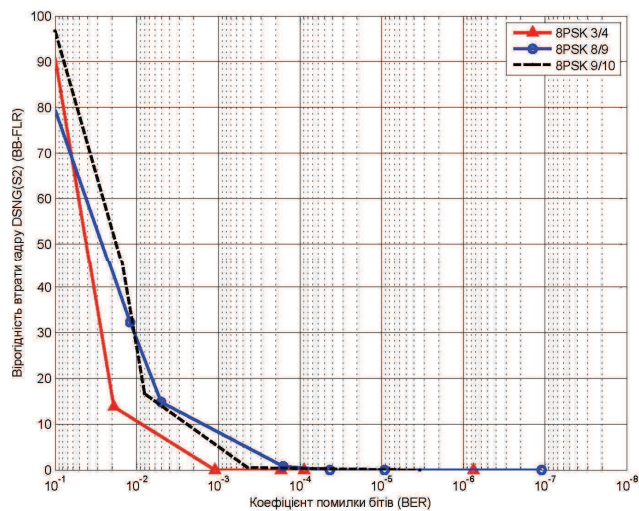


Рисунок 5 – Залежність BB-FLR у системі DVB-DSNG(S2) від величини BER

Із рисунків 3–5 видно, що для запобігання порогового ефекту кількість пошкоджених або втрачених кадрів (або якщо розглядати каналний рівень на виході системи – пакетів MPEG-2 TS), не має перевищувати приблизно 3–4 % від загальної кількості переданих кадрів основної смуги системи DVB-DSNG (S2).

ВИСНОВКИ

Система DVB-DSNG (S2) є ефективним технічним рішенням, що забезпечує необхідні технічно-експлуатаційні характеристики за умов впливу завад і шумів різного рівня. Застосування різних режимів модуляції (ієрархічний або неієрархічний), методів модуляції з різною спектральною ефективністю, каналного кодування на базі двох кодів LDPC та BCH з різною коригувальною здатністю дозволяють забезпечити значну гнучкість порівняно з іншими існуючими стандартами на цифрове збирання новин. У процесі математичного моделювання були отримані залежності: залежність величини BER після декодера LDPC від відношення E_s/N_0 , залежність величини PER, BB-FLR та BB-FER за різних значень BER, які дозволяють оцінити характеристики системи супутникового збирання новин у стандарті, базованому на системі DVB-S2, та визначити порогові значення, за яких забезпечується квазібезпомилковий режим роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баляр В.Б. Системи супутникового мовлення й збирання новин другого покоління: технології, стандартизація, перспективи впровадження/ В.Б. Баляр // ТВ технології. - 2009. - № 4. - С. 3-15
2. ETSI EN 301 210 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for Digital Satellite News Gathering (DSNG) and other contribution applications by satellite, 1999. – 32 p. - (European standard).
3. ETSI EN 302 307 Digital Video Broadcasting (DVB); News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2), 2009. - 78 p. - (European standard).
4. ETSI TR 102 376: 2005 (DVB-S2) Digital Video Broadcasting (DVB); User guidelines for the second generation system for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2), 2005. - 104 p. - (European standard).