

**СИМУЛАЦИОННИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА САТЕЛИТЕН ЦИФРОВ
ТЕЛЕВИЗИОНЕН СИГНАЛ ПО СТАНДАРТ DVB – S 2****Панайотис Когкас¹, Станимир Садинов², Сейхан Мюмюнали²,
Ана Синдраковска², Боян Карапенов²**¹Международен Елински Университет - Кавала, Гърция²Технически Университет Габрово, България**SIMULATION STUDIES OF SATELLITE DIGITAL TELEVISION SIGNAL
ACCORDING TO DVB-S2 STANDARD****Panagiotis Kogias¹, Stanimir Sadinov², Seyhan Myumyunalı²,
Ana Sindrakovska², Boyan Karapenev²**¹International Hellenic University - Kavala Campus, Greece²Technical University of Gabrovo, Bulgaria**Abstract**

The report presents simulation studies of the model of a DVB-S2 system with a Gaussian channel for connection at different values of the signal-to-noise ratio in Matlab. The number of errors Error1 and Error2 is presented as well as the received signal constellations for received QPSK signal constellations at values of the parameter different values of SNR at constant power of the transmitted signal, respectively $P1 = 3W$, $P2 = 1W$, $P3 = 0.5W$ and $P4 = 1.5 W$. Decreasing the SNR value increases the effect of noise on the received signal and scattering the vector constellation. This leads to a greater number of errors.

Keywords: DVB-S2, Simulation Matlab, QPSK signal, SNR.**ВЪВЕДЕНИЕ**

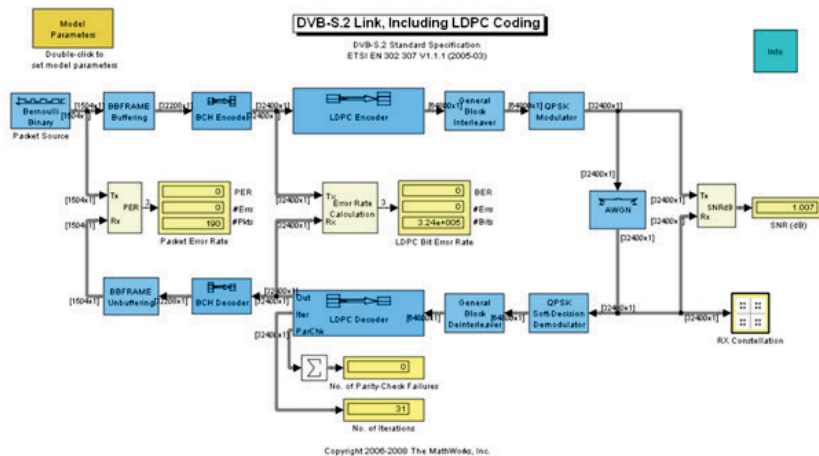
DVB-S2 е второто поколение стандарт за цифрово видеоразпръскване. Системата представлява съвременно решение за кодиране на канали. Схемата за кодиране се основава на обединяване на LDPC (проверка на четността с ниска плътност) и BCH кодове. LDPC кодовете, могат да постигнат изключително ниски нива на грешки в близост до капацитета на канала чрез използване на алгоритъм за интеративно декодиране с ниска сложност. Външните BCH кодове се използват за коригиране на случайни грешки, допуснати от LDPC декодера [1, 2, 3, 5, 10].

Кодовете на каналите за DVB-S.2 осигуряват значително увеличаване на капацитета над DVB-S при същите условия на пре-

даване и позволяват работа без грешки (честота на грешки в пакета под 10^{-7}) при около 0.7 dB до 1 dB от ограничението на Шенон, в зависимост от режима на предаване [3, 5, 8, 9].

**СИНТЕЗИРАНЕ НА
СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ В МАТЛАБ**

В Matlab среда сме моделирали основните блокове на канала за връзка - BCH кодера, LDPC кодера, interleaver (разместване), модулятора, както и техните аналози в приемника, съгласно стандарта DVB-S2. На фиг.1 е представен симулационен модел на цифрова телевизионна система по стандарт DVB-S2 за симулационно изследване в програмния модул SIMULINK (Matlab).



Фиг.1. Модел на DVB-S.2 система

Моделът на DVB-S2 представлява усъвършенстван вариант на схема за кодиране на канали, използвана във второ поколение стандарт за цифрово видеоразпръскване (DVB-S.2). Схемата за кодиране се основава на последователност от връзки на LDPC и BCH кодове [4, 6, 7].

Кодовете на каналите за DVB-S2 осигуряват по-голямо увеличаване на капацитета, сравнено с DVB-S при същите условия на предаване и позволяват работа без квази грешки (честота на грешки при пакети под 10⁻⁷) при около 0,7 dB до 1 dB от граничната стойност на Шанон, в зависимост от начина на предаване.

Моделът съдържа BCH енкодер, LDPC енкодер, interleaver, модулатор, както и техните аналогични в приемната страна блокове, съгласно стандарта DVB-S2.

DVB-S2 моделът в модула SIMULINK трябва да изпълнява последователно функционалните действия:

- Генериране на BBFRAME от случаен сигнал;
- BCH кодиране - кодиране на всички параметри и нормална FECFRAME;
- LDPC кодиране - кодиране на всички параметри и нормална FECFRAME;
- Interleaving (разместване на последователност от битове от редове в колони);
- Модулация (QPSK или 8PSK);
- AWGN (Адитивен бял гаусов шум) - моделиране канали;
- Soft-decision demodulation - вид методи за декодиране, при които се използват

алгоритми за декодиране на данни, кодирани с код за коригиране на грешки;

- Deinterleaving (възстановяване на последователност от битове от колони в редове);
- LDPC декодиране с помощта на алгоритъм за предаване на съобщения;
- BCH декодиране;
- BBFRAME unbuffering.

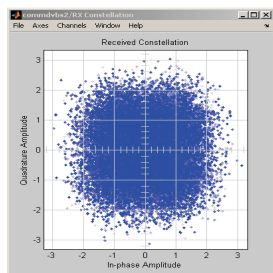
В структурата на модела също така има и блокове за броене и извеждане на грешките в пакетите, LDPC битовите грешки, отношението сигнал/шум - SNR (Signal to Noise Ratio) на канала за връзка. Също така има включен дисплей за визуализиране на изкривяванията на предавания сигнал в канала.

РЕЗУЛТАТИ ОТ СИМУЛАЦИОНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МОДЕЛА НА DVB-S2 СИСТЕМАТА

При стартиране на симулацията се визуализира съзвездието на получения модулиран сигнал. Броят на грешно приетите битове на LDPC сигнала (линеен код с корекция на грешки) и броят на грешно приетите пакети се показват от броячите на грешки и актуализират непрекъснато във времето.

Фиг. 2 показва и ефективността на LDPC кодовете при използвани параметри: QPSK, скорост 1/2, Es/No = 1dB и 50 итерации при декодирането. И при по-малки стойности на SNR, LDPC декодерът рядко допуска грешка. Разпръснатото съзвездие нагледно показва колко шумен е канала.

Ако стойността на E_s/N_0 се намали, например до 0,5 dB, степента на грешки в битовете на LDPC ще бъде много по-голяма. Това е в съответствие със стръмни криви на ефективността на LDPC кодовете.



Фиг. 2. Прието QPSK сигнално съзвездие при $SNR=10\text{ dB}$

В таблици 1, 2, 3 и 4 са показани резултати от извършени симулационни изследвания на модела на DVB-S.2 система с Гаусов канал за връзка при различни стойности на отношението сигнал/шум. Представени са броят на грешките Error1 и Error2 както и получените сигнални съзвездия за различни стойности на SNR при постоянна мощност на предавания сигнал, съответно $P_1=3\text{ W}$, $P_2=1\text{ W}$, $P_3=0.5\text{ W}$ и $P_4=1.5\text{ W}$. Намаляването на стойността на SNR води до увеличаване на влиянието на шумовете върху приетия сигнал и разсейване на векторното съзвездие. Това води до наличието на по-голям брой грешки.

Таблица 1. Приети QPSK сигнални съзвездия при стойности на параметъра SNR от 10dB до 5.2dB при постоянна P_1 на предавания сигнал по канала за връзка $P_1 = 3\text{ W}$

SNR, dB	Error1	Error2	Received Constellation
10	0	0	
9	0	0	

8	0	0	
7	0	0	
6	0	0	
5.6	16	8	
5.5	7005	105	
5.4	2.426e+004	190	
5.3	2.984e+004	190	

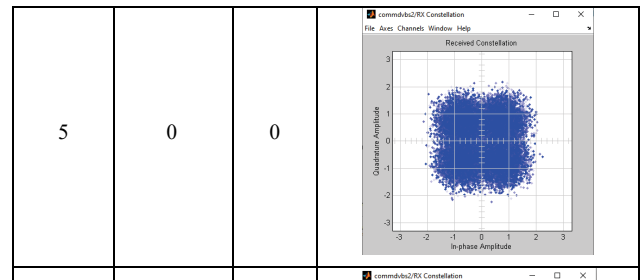
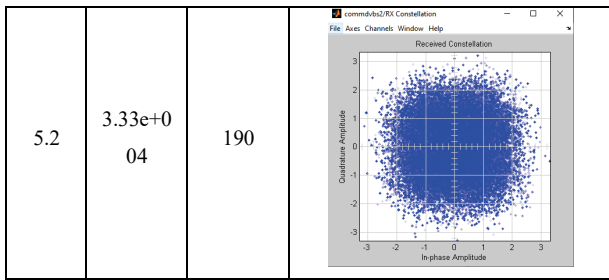
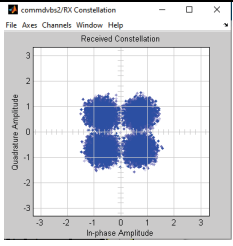
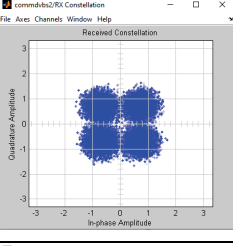
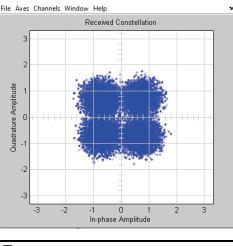
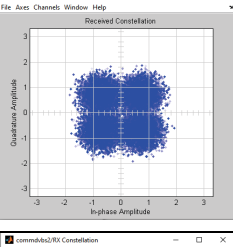
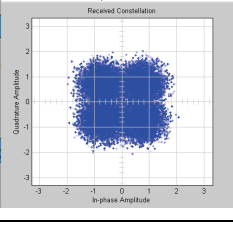
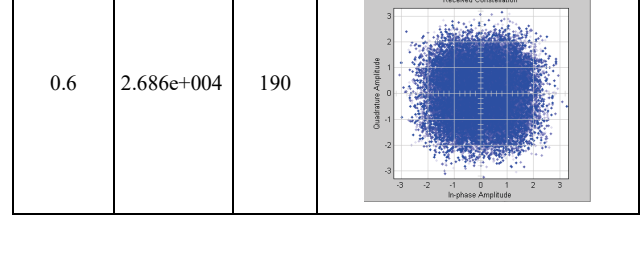
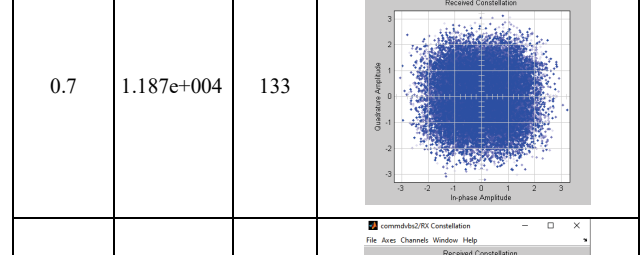
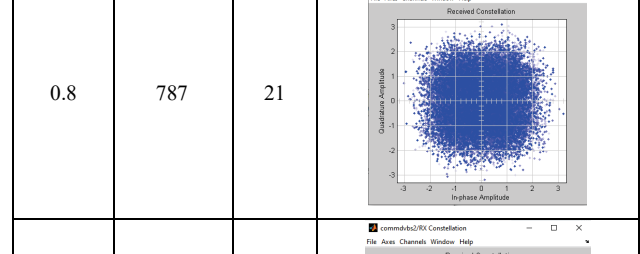
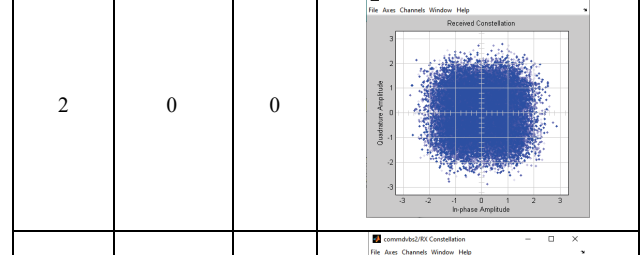
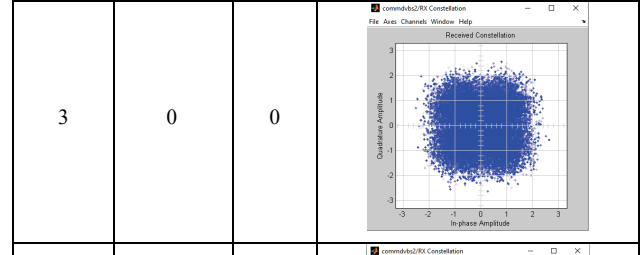
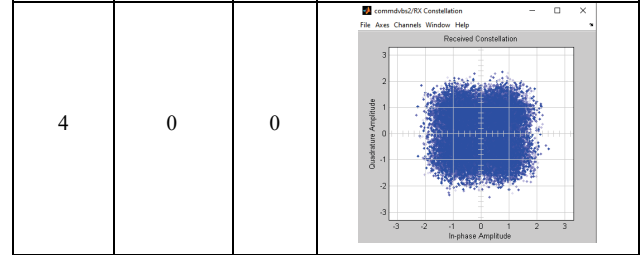
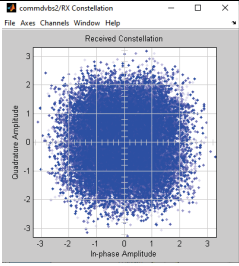
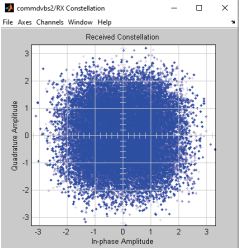


Таблица 2. Приети QPSK сигнални съвездия при стойности на параметъра SNR от 10dB до 0.4dB при постоянна P2 на предавания сигнал по канала за връзка P2 = 1 W

SNR,dB	Error1	Error2	Received Constellation
10	0	0	
9	0	0	
8	0	0	
7	0	0	
6	0	0	



0.5	3.101e+004	190	
0.4	3.414e+004	190	

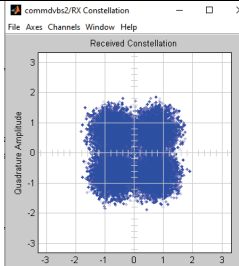
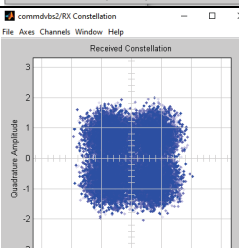
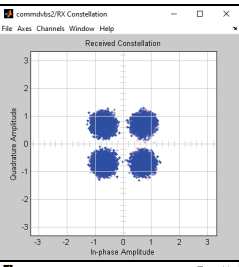
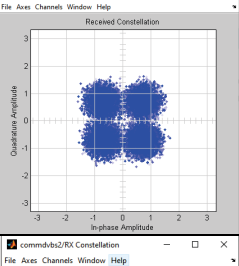
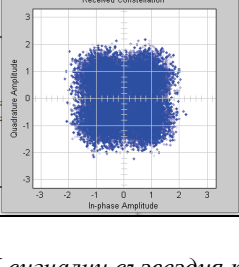
9	0	0	
8	0	0	

Таблица 3. Приети QPSK сигнални съзвездия при стойности на параметъра SNR от 10dB до 2dB при постоянна P на предавания сигнал по канала за връзка $P = 0.5 W$

SNR,dB	Error1	Error2	Received Constellation
10	0	0	
6	0	0	
2	0	0	

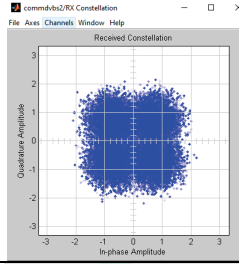
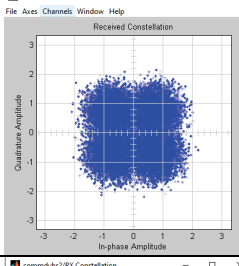
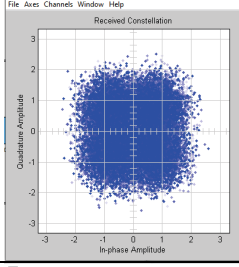
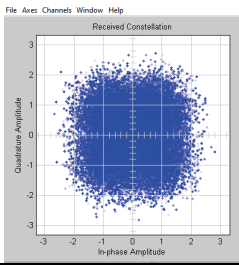
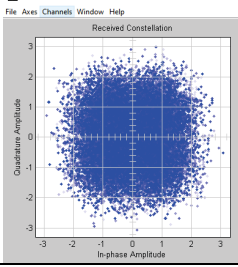
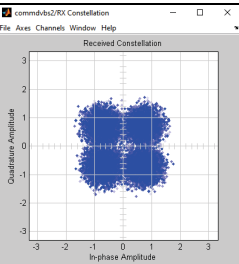
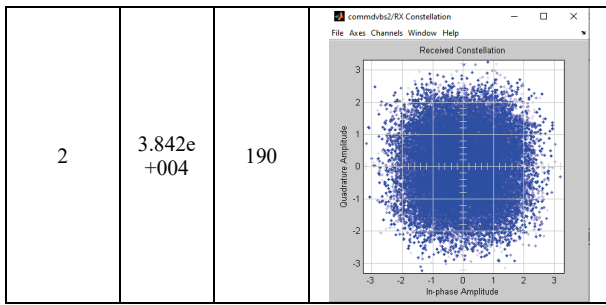
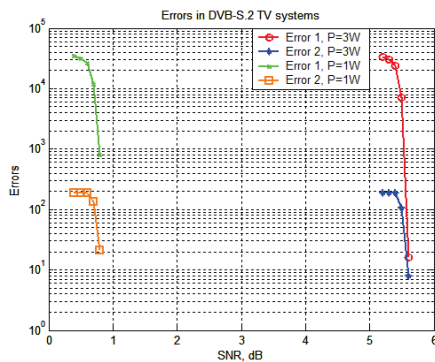
7	0	0	
6	0	0	
5	0	0	
4	0	0	
3	0	0	

Таблица 4. Приети QPSK сигнални съзвездия при стойности на параметъра SNR от 10dB до 2dB при постоянна P на предавания сигнал по канала за връзка $P = 1.5 W$

SNR,dB	Error1	Error2	Received Constellation
10	0	0	

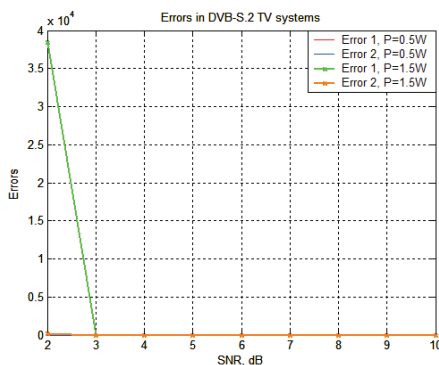


На фиг. 3 и фиг. 4 са показани графични зависимости на Error1 (броят на грешките в резултат на LDPC кодиране/декодиране) и Error2 (броят на грешките в резултат на BCH кодиране/декодиране) в зависимост от отношението сигнал/шум при различни стойности на мощността на предавания сигнал P.



Фиг. 3. Графични зависимости на Error1 и Error2 във функция на P1 и P2

При много малки мощности - P=0,5W стойностите на параметрите Error1 и Error2 са нулеви, а Error1 за R=1.5W при SNR между 2 и 3 dB е линейно намаляващо.



Фиг. 4. Графични зависимости на Error1 и Error2 във функция на P1 и P2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От получените резултати на фиг. 3 се установява, че с нарастване на SNR зависимостите и за двете мощности (3W и 1W) са

аналогични и експоненциално намаляващи с разлика в необходимото отношение сигнал/шум от 4,8 dB. Зависимостите за Error2 в самото начало са линейни.

От сравняване на графичните зависимости, показани на фиг. 3 и 4, се установява различният характер на намаляване на стойностите на грешките Error1 и Error2 при различни мощности на предавания сигнал, като при по-малки мощности зависимостта на Error1 е линейно намаляваща. При по-малки стойности, независимо от малките стойности на отношението сигнал/шум, ефективността и на двата вида кодиране и много голяма, като в краен резултат се получават нулеви грешки.

Установява се, че намаляването на стойността на SNR води до увеличаване на влиянието на шумовете върху приетия сигнал и разсейване на векторното съзвездие. Това обуславя наличието на по-голям брой грешки.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка и изследване на иновативни информационно-базиранни модули и системи за комуникации в Интернет на нещата (IoT)“, договор 1910E / 2021 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

REFERENCE

- [1] Konov K., “Digital Radio and Television Broadcasting”, Dios, Sofia, 2010.
- [2] Angelov K., S. Sadinov, Modelling and Simulation Analysis of Routing Algorithms in Multichannel Optical Communication Networks, Journal of CIEES, Volume 1, Issue 1, June 2021, pp. 29–33, ISSN:2738-7291 (Online), DOI: 10.48149/jciees.2021.1.1.5
- [3] Sadinov S., M. Malamatudis, P. Kogias, K. Angelov, Simulation study of a model for transmission of digital television signal according to DVB-S/S2 standard, 55th annual conference of the University of Ruse “Intelligent specialization - innovative strategy for regional Economic Transformation”, Scientific Papers of the University of Ruse - 2016, ISSN 1311-3321, SAT-2G.302-1-CSNT-01, pp. 25-34.
- [4] <http://www.mathworks.com/help/comm/examples/dvb-s-2-link-including-ldpc-coding.html>.

- [5] Reimers U., A. Morello, "DVB-S2, the second generation standard for satellite broadcasting and unicasting", submitted to International Journal on Satellite Communication Networks, 2004.
- [6] <https://www.mathworks.com/help/comm/ug/digital-video-broadcasting-terrestrial.html>.
- [7] MATLAB Reference Guide. The Math Works, Inc, 2006.
- [8] <https://www.intechopen.com/chapters/39343>
- [9] <https://www.rfwireless-world.com/Tutorials/DVB-T-vs-DVB-S-vs-DVB-C-vs-DVB-H.html>
- [10] Nuruzzamam, M. Modeling and Simulation in Simulink for Engineers and Scientists. Authorhouse, USA, 2004.