YER USTI RAQAMLI TELEVIDENIYE STANDARTLARI

Xoliqov Ruslan Choraboyevich
E-mail: ruslanxoliqov6462@gmail.com

Qabul qilindi: 09.10.2025
Ko‘rib chiqildi: 10.10.2025
Tasdiqlandi: 11.10.2025

Kalit so‘zlar:
DVB-T, DVB-T2, raqamli televideniye, OFDM, modulyatsiya, samaradorlik, texnik xususiyatlar

Key words:
DVB-T, DVB-T2, digital television, OFDM, modulation, efficiency, technical specifications.

Ключевые слова:
DVB-T, DVB-T2, цифровое телевидение, OFDM, модуляция, эффективность, технические характеристики.

Annotatsiya. Ushbu tezis yer usti raqamli televideniye tizimlari bo‘lgan DVB-T va DVB-T2 standartlarining texnik xususiyatlari, afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilinadi. Tezis, ayniqsa, O‘zbekistonda raqamli televideniyega o‘tish jarayonini va uning ahamiyatini yoritishga qaratilgan. Tadqiqot natijalari DVB-T2 ning DVB-T ga nisbatan samaradorlik va texnologik jihatdan qanday ustunliklarga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Annotation. This thesis analyzes the technical specifications, advantages, and disadvantages of terrestrial digital television systems DVB-T and DVB-T2. The study focuses particularly on the transition to digital television in Uzbekistan and its significance. The research findings demonstrate that DVB-T2 offers superior efficiency and technological advantages over DVB-T.

Аннотация. В данном тезисе анализируются технические характеристики, преимущества и недостатки систем наземного цифрового телевидения DVB-T и DVB-T2. Особое внимание уделяется переходу на цифровое телевидение в Узбекистане и его значению. Результаты исследования показывают, что DVB-T2 обладает большей эффективностью и технологическими преимуществами по сравнению с DVB-T.

Kirish. Ma’lumki, so‘nggi yillarda an’anaviy televideniye tizimida keskin rivojlanish kuzatib kelinmoqda. Jumladan, an’anaviy televideniye tizimlari o‘rnigna raqamli, uch o‘lchovli va shu kabi tizimlar kirib kelmoqdaki, ular o‘zining tasvir sifati yuqoriligi, yuqori halaqitbordoshlikka egaligi hamda uzatish qismida katta quvvat talab etmasligi bilan ajralib turadi.

Hozirgi kunda raqamli televideniye tizimining qator stanlartlari qo‘llanib kelinmoqda. Bularni tom ma’noda Yevropa, AQSH va Yaponiya mutaxassislari yaratgan bo‘lib, Yevropa raqamli televideniye standarti Digital television broadcasting (DVB) tizimi jahon standarti mavqe’siga ega bo‘lib ulgurdi. Ushbu standartning bir nechta turlari mavjudki, ular yer usti, kabelli, yo‘ldoshli va mobil televideniye uchun ishlab mahsus ishlab chiqilgan. Quyida yer usti raqamli televideniye tizimi bo‘lmish DVB-T hamda DVB-T2 standartlarini qisqacha ko‘rib chiqamiz. Bu ikki standart bir-birini to‘ldiruvchi standart bo‘lganligi sababli, asosiy e’tiborni DVB-T standartiga qaratamiz, biroq yangilangan DVB-T2 standartining o‘ziga hos tomonlarini ham qo‘rsatib o‘tiladi.

Yer usti raqamli televideniye DVB-T standarti

Yer usti raqamli televideniye (TV) eshittirishni yaratish murakkab vazifadir. Chunki shaharning murrakab, har xil qurilishlari signallarning o‘sha qurilishlar akslanishi va ularni sochilishini yuzaga keltiradi. Yuu esa qabul jarayonini murakkablashtiradi. Shunday qilib, qabul zonasida elektromagnit maydon kuchlanganligi doimo o‘zgarishi mumkin, hattoki qabul to‘g‘ridan to‘g‘ri ko‘rinish hududida amalga oshirilayotgan bo‘sa ham. Bundan tashqari, signal quvvati juda past bo‘lgan “o‘lik zonalar paydo bo‘lishi ham kuzatiladi. Qo‘shimcha ravishda, shaharlarda industrial (ishlayotgan har xil uskunadan chiqayotgan xalaqit) va boshqa radiouzatgichlardan chiqayotgan xalaqit va x.k. xalaqitlar ham yetarlidir. Shu sababli yer usti raqamli TVsi quyidagi talablarni qoniqtirmog‘i lozim:

- Xalaqitbardoshlikni yuqori darajada bajara olishi;
- TV signalni sifatli uzatish va sanksiyalanmagan holatlardan saqlash;
- Standartli raqamli yo‘ldosh, kabel TV larini qabul qilishi moslamalari arzonlashtirish;
- Portativ qabul qilgichlarda ixcham antenna yordamida signalni qabul qilish;
- Birchastotali tarmoqni ishlashni taminlash.

Shu sabab, DVB–T ni yaratishda muhim savollardan biri birchastotali yoki ko‘p chastotali modulyatsiya turini tanlashdir. Tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, analogli PAL va SECAM tizimiga ko‘ra asosan bir chastota sharoitida faqat OFDM ishlashi mustahkam ekanini ko‘rsatdi.

DVB–T standartini yaratishida quyidagi asosiy parametrlari tanlash kerak:

- Simvolga loyiq individual tashuvchi soni;
- Himoya intervalining kattaligi;
- Tashuvchining modulyatsiyalash turi;
- Sinxronizatsiyalash uslubi.

Kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, TV eshittirishni bir chastotali tarmoqda territorial tarqalishda uzatgichlar orasi 60 km lik da 6000 tashuvchi kerak ekan. Bunda, signalga ishlov beruvchi mikroprotsessor COFDM 2n darajadagi

tashuvchilar ishlamog‘i lozim. Shu sabab, bu qiymatga yaqin yaqin bo‘lgan 8192 (213) tashuchilar soni tanlangan. Bu rejim shartli ravishda “8k” deb ataladi.

1995 yilda bu sonli tashuvchilarga ishlov bera oluvchi mikroprotsessorlar mavjud emasdi. Shu sababdan ham DVB–T standartida dastlab 2048 (211) rejimda ish boshlangan. Standartga birlamchi “2k/8k”spetsifikatsiya rejimi kiritildi. Shuni e’tirof etish lozimki, xozirgi paytda narxi qimmat bo‘lmagan “8k” rejimli protsesorlar ishlab chiqarilgan.

DVB–T standartida asosoan ikkita vaqt uzunligi faol ishlatiladi. T1=224 mks rejim “2k” uchun va T2= 896 mks “8k” rejim uchun. Shunga yarasha qadamlar farqi (oralig‘i) $\Delta f1 = 1/T1 = 1116$ Gs “2k” rejimida va $\Delta f2 = 1/T2 = 4464$ Gs “8k” rejimida yuzaga keladi. Bunda, tashuvchilar soni N1 = 1705 va N2 = 6817 ga teng bo‘ladi. Umumiy spektr kengligi ikki holatda ham 7,61 MGs ni tashkil qiladi. Bu esa 8 MGs li polosada joylashtirish imkoniyatini ta’minlaydi.

Bundan tashqari DVB – T standartida har bir modulyatsiya rejimi uchun to‘rtta nisbiy himoya intervali qo‘llanilishi ko‘zda tutilgan. Ular 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 simvol birliklaridir. Ushbu davrning absolyut qiymatlari 1.2.1-jadvalda keltirilgan.

1.2.1-jadval

COFDM modulyatsiyaning DVB – T standartidagi asosiy parametrlari

Modulyatsiya rejimi	8k				2k			
Ishchi interval uzunligi Tf, mks	896				224			
Tashuvchi chastotali farq Δ/Gs	1116				4464			
Tashuvchilar soni	6817				1705			
Chastota polosasi kengligi, MGs	7.61				7.61			
Ximoya intervalining nisbiy uzunligi	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Himoya intervalining uzunligi Δ,mks	224	112	56	28	56	28	14	7
Simvolning uzunligi Δ+Yer, mks	1120	1008	952	924	280	252	238	231
Birinchi darajali TV uzatgich (uzatgichlar) ning maksimal oralig‘i	67.2	33.6	16.8	8.4	16.8	8.4	4.2	2.1

d=cΔ, rv,c – yorug‘lik tezligi								

Keltirilgan malumotlardan ko‘rinmaydiki raqam TV signal COFDM yordamida uzatilganda analogli TV eshittirish radiokanalida, polosa kengligi 8 MGs bo‘lgan holda o‘zaro yaqin kanallarga halaqit bermasdan zichlab uzatish mumkin. 1.2-jadvalda ikkalamchi simvollarni uzatish tezligi va mumkin bo‘lgan minimal signal munosabati uchun har bir COFDM tashuvchisi har xil modulyatsiyalash uzunlikari qiymatlari keltirilgan.

Signal uchun munosabatining qiymati signal statsionar va mobil priyomniklarda qabul qilinishi ko‘rsatilgan.

1.2.2- jadval

Modulyatsiya turi	Kodning nisbat tezligi	Signal/shovqin. dB		Samarali tezlik, Mbit/s			
		Statsionar antenna	Mobil antenna	1/4	1/8	1/16	1/32
4-FMi	1/2	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
4-FMi	2/3	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,04
4-FMi	3/4	6,8	10,7	7,46	8,29	8,78	9,05
4-FMi	5/6	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
4-FMi	7/8	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16 QAMi	1/2	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,06
16 QAMi	2/3	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16 QAMi	3/4	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16 QAMi	5/6	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16 QAMi	7/8	15,0	22,8	17,42	19,35	20,49	21,11
64 QAMi	1/2	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10
64 QAMi	2/3	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64 QAMi	3/4	18,6	21,7	22,39	24,88	26,35	27,14
64 QAMi	5/6	20,0	25,3	24,8	27,65	29,27	30,16
64 QAMi	7/8	21,	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

1.2.2-jadvalda ko‘rsatilgan sonlarni ikkalamchi simvollarni uzatish tezligi bilan (solishtirish har xil sathdagi tiklanayotgan tasvirning sifati MPEG-2 standartida siqilganda modulyatsialash usullari va himoyani qiymati berilgan tasvir sifatini saqlash modulyatsiya usulini tanlash mumkin.

Signal/shovqinning qiymatiga qarab uzatgich qancha quvvatga ega bo‘lishini hisoblash va ishonchli qabul zonasini aniqlash mumkin.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, raqamli TV ni qabul qilish signal/shovqin munosabati yetarlicha past bo‘lishi mumkin. Analog televideniyeda esa signal/shovqin nisbati 50 dB ga yaqin bo‘lishi talab qilinadi.

Katta tezlikda ma’lumotni uzatishni saqlash uchun bir chastotali tarmoqda himoya intervalining (1/4 , 1/8 , 1/16 , va 1/32 ,) qiymatlarida signallarni uzatish nazarda tutilgan.

Xatoni aniqlash va tuzatish uchun quyidagi qiymatli tuzatish koeffitsiyentlari qabul qilingan: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8. DVB-T tizimida modulyatsiyalovchi signalni tartibi 4 dan 64 gacha o‘zgarishi mumkinli qo‘zda tutilgan. Chastota taqsimoti har hil qiymatlarga ega bo‘lgan davlatlarda ham bu tizim oson moslashtiriladi. DVB-T tizimida tizimning taktli chastotasini o‘zgartirish yo‘li bilan bajariladi.

Aytish kerakki, DVB tizimida axborot simvollari birikmasi hamma tashuvchi chastotada uzatilayotganlarni COFDM simvoli deyiladi. Ular kadrlararo birlashadi. Har bir kadr 68 simvoldan iborat. COFDM da 4 ta kadr superkadrni tashkil etadi. U esa MPEG-2 ning to‘la transport oqimi sonidan iboratdir.

Har bir COFDM simvolida “8k” va “2k” modulyatsiya rejimi uchun 769 va 193 tayanch tashuvchi (pilot-signal) ajratiladi. Bular qolgan boshqa tashuvchilardan farqli ravishda o‘zaro ko‘tarilgan 25dB quvvat bilan uzatiladi.

Tayanch tashuvchilarning qismi chastota o‘qida doimiy, boshqa qolgan tashuvchilarni holati bir COFDM simvolidan boshqasiga o‘zgarib turadi va demodulyatorlarning asosiy pilot-signal ish rejimini axborotini uzatilish, himoya intervalining parametrlarini va yig‘uvchi kodlarni, tashuvchining modulyatsiyalash usulini bo‘lish uchun xizmat qiladi. Bunda kadr demodulyatorning sinxronizatsiyalaridan iboratdir. Shu sababli, qabul boshlanishining uzunligi kanalni o‘zgartirgandan so‘ng, bir kadrning uzunligidan oshmaydi.

Raqamli televideniye DVB-T2 standarti

2006 yil fevral oyida DVB konsorsiumi doirasida tadqiqot qo‘mitasi tashkil qilindi. Bu qo‘mitaga yuklangan asosiy vazifalar turli texnologiyalarning potensiallarini baholash edi. Yarim yildan so‘ng qo‘mitaning ish faoliyati yakuniga yetdi va DVB-T2 standartini ishlab chiqishga kirishildi. 2008 yil noyabr oyida ushbu standart tasdiqlandi va unga quyidagi talablar bildirildi:

- DVB-T2 standartidagi translyatsiya mavjud xonaki va uy antennalariga qabul qilinishi lozim va yangi tizimga o‘tish mavjud tarmoqning infratuzilmasini o‘zgartirmasligi lozim.
- DVB-T2 statsionar va portativ antennalarga birdek qabul qilinishi lozim.
- DVB-T2 standartida avvalgi DVB-T standartiga nisbatan kamida 30% kanal samaradorligiga erishish lozim.
- DVB-T2 standarti bir chastotali tizimning ishlashini yaxshilashi lozim.

- DVB-T2 standarti yagona radiokanalda turli xalaqitbardoshlik bilan uzatiladigan bir nechta alohida xizmatlarning ko‘rsatilishini qo‘llashi lozim. Masalan, 8 MGs kenglikdagi kanalda uzatilayotgan xizmatlarning ba’zilari faqat tomda o‘rnatilgan yo‘nalgan antennalarga, ba’zilari esa xonaki antennalarga qabul qilinishi lozim.
- DVB-T2 standarti chastota polosasidan foydalanish samaradorlishgi va keng ko‘lamliligini oshirishi lozim.

DVB oilasiga kiruvchi standartlarni yaratishda asosiy talab, ularning barchasi o‘zaro mutanosib bo‘lishini ta’minlashdir. Masalan, DVB-T2 va DVB-S2 standartlarida signalni o‘zaro o‘zgartirish maksimal darajada sodda bo‘lishi lozim. Bu talabni bajarish uchun DVB-S2 standartidagi ikkita asosiy texnologiyalar saqlab qolingan. Bular:

- Transport oqimlarining tizimli arxitekturasi va dastlab ma’lumotlarni past chastotali BB paketlarga joylashtirish (keyingi paragrafda ko‘rib chiqiladi).
- Juftligini kam tekshiruvchi (Low Density Parity Check Codes - LDPS) xalaqitdan saqlovchi kodlardan foydalanish.

Aloqa kanalining maksimal o‘tkazuvchanligini ta’minlash uchun yangi standartda qator yangiliklar qabul qilinganki, ular DVB-T2 standartida kanalning o‘tkazuvchanligini yangicha kodlash usullari hisobiga oshirishga qaratilgan edi.

XULOSA

DVB-T va DVB-T2 standartlari yer usti raqamli televideniye tizimlarida muhim o‘rin tutadi. DVB-T2 ning DVB-T ga nisbatan texnik jihatdan bir qator afzalliklari mavjud. O‘zbekistonda ham raqamli televideniye tizimlariga o‘tish jarayoni davom etmoqda. "UZDIGITAL TV" kompaniyasi tomonidan DVB-T va DVB-T2 standartlarida xizmatlar taqdim etilmoqda. Kelajakda, DVB-T2 ning keng joriy etilishi orqali televideniye xizmatlarining sifati va samaradorligi yanada oshishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Akhmetova, G.** *Comparison of standards and methodology of determining the coverage area of the digital terrestrial broadcasting network DVB-T and DVB-T2.* L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2018.
2. **“Complexity analysis of software defined DVB-T2 physical layer.”** Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 2011.
3. **Fischer, W.** *DVB-T2.* In *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*. Springer, 2010.