

EXPERIMENTAL STUDY AND MEASUREMENT OF THE ZONE OF RELIABLE RECEPTION OF TELEVISION SIGNALS OF THE DVB-T2 STANDARD

Jabborov Alibik Botirqul o'g'li

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Universitet street, 2, Tashkent 100095, Uzbekistan

Abstract.

The paper presents the results of the study and measurement of the zone of reliable reception of television signals of the DVB-T2 standard, to determine the approximate border of the zone of reliable reception of a digital TV signal in experimental zones, created taking into account the terrain and the presence of radial highways in cities and regions. Measurements of the field strength levels at the frequencies assigned for the test broadcast of the digital TV signal have been carried out.

Key words:

Electromagnetic compatibility, electromagnetic field strength, zones of confident reception, boundaries of the zone of reliable reception, signal level, modulation, horizontal polarization, transmitter.

Введение. Согласно поставленным задачам необходимо найти возможные границы зоны уверенного приема опытного образца модернизированного аналогового ТВ передатчика при передаче ТВ сигналов в стандарте DVB-T2 при разных конфигурациях передатчиков в пределах прогнозируемой зоны обслуживания, а также оценить возможность приема ТВ программ при передаче мультимплексе DVB-T2.

В целях измерения зоны уверенного приема опытных образцов модернизированных аналоговых ТВ передатчиков при передаче цифровых ТВ сигналов в стандарте DVB-T2 созданы опытные зоны и организованы тестовые вещания с соответствующими характеристиками модернизированных мощных и маломощных аналоговых ТВ передатчиков и существующими антенно-фидерными системами, излучающие радиосигнал с горизонтальной поляризацией.

Необходимо отметить, что планирование сети ЦТВ проводится для случая фиксированного приема, следовательно, для измерения зоны уверенного приема был выбран метод измерений соответствующий случаю фиксированного приема, согласно приведенного в О'z DSt 2126 [1]. Методика определения величины минимальной используемой напряженности поля для ЦТВ стандарта DVB-T2, необходимые для расчетов электромагнитной совместимости с целью оценки зоны уверенного приема (охвата) приведены в ITU-R BT.2254 [2,3].

С целью определения ориентировочной границы зоны уверенного приема цифрового ТВ сигнала в опытных зонах, созданных с учетом рельефа местности и наличия радиальных шоссейных дорог в городах Навои, Коканд, Ташкент, в районе Дангара Ферганской области и в районе Бостанлык Ташкентской области проведены измерения уровней напряженности поля на частотах присвоенных для тестового вещания цифрового ТВ сигнала для каждого передатчика при разных конфигурациях передатчиков и при фиксированном приеме на портативную направленную антенну с высотой подвеса приёмной измерительной антенны $h = 3$ m и коэффициентом усиления – 8 dB на открытых местах и наличии прямой видимости с передающей антенной в направлении прихода радиоволны с максимальным уровнем напряженности поля.

Для проведения испытаний была выбрана следующая конфигурация передатчика: для 64-QAM – число несущих 8k, защитный интервал 1/32, а для 16/256-QAM – число несущих 32k, защитный интервал 1/128.

Скорость подаваемого тестового TS на 5 ТВ программ в формате HD и 1 ТВ программа в формате SD составляет 30 Mbit/s. При 16-QAM скорость TS не может превышать 22 Mbit/s, поэтому измерения для 16-QAM в скорости 30 Mbit/s не проводились.

Для определения ориентировочной границы зоны уверенного приема и выбора наиболее приемлемой конфигурации испытуемых передатчиков в опытных зонах проведены следующие измерения с указанием на карте местности координат местоположения для каждой точки измерения:

Измерение проводилось специалистами Государственного унитарного предприятия Центр радиосвязи, радиовещания и телевидения (ГУП ЦРРТ) в период с 18 по 21 июня 2019 г. в г. Навои РТС Навои с вещанием на 22 ТВК (центральная частота 482 MHz) и формированием цифрового пакета со скоростью тестового TS 5 Mbit/s (1 ТВ программа в формате HD) и 30 Mbit/s (5 ТВ программ в формате HD и 1 ТВ программа в формате SD).

Измерения проводились при различных режимах работы модернизированного мощного (5 kW) аналогового ТВ передатчика в радиальном направлении от РТС Навои (рис.1 и таблица 1):

- шоссейная дорога от г. Навои до г. Иштыхан через интервалы 5-7 km;
- шоссейная дорога от г. Навои до г. Гиждуван через интервалы 5-7 km.

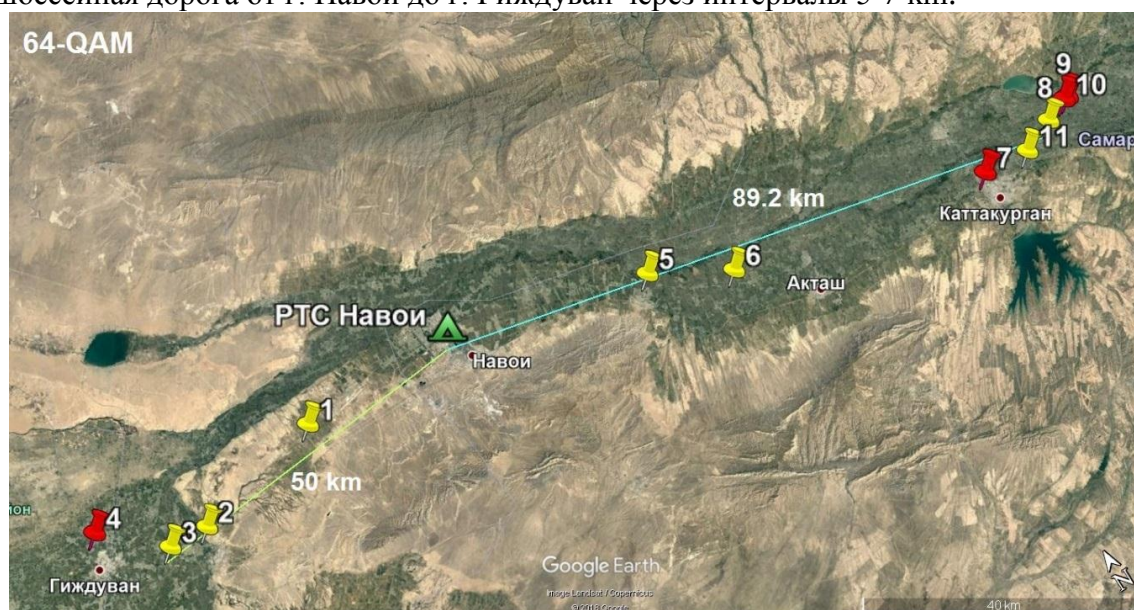


Рис.1. Карта определения ориентировочной границы зоны уверенного приема.

На рис.1 желтые метки – уверенный прием сигнала; красные метки – прием отсутствует. Граница зоны уверенного приема при модуляции 64-QAM от РТС Навои составляет в направлении северо-запад до 50 km, в направлении юго-восток до 89,2 km. Точки измерений отображающие ориентировочные границы зоны уверенного приема передатчика РТС Навои при модуляции 64-QAM.

Для сопоставления границ зоны уверенных приемов опытного образца модернизированного аналогового ТВ передатчика и цифрового ТВ передатчика РТС Навои проводились также измерения загруженного цифрового ТВ передатчика компании NEC, вещаемого на 41 ТВК (центральная частота 634 MHz, скорость TS 45 Mbit/s (18 ТВ программ в формате SD и 4 PB программ)).

Таблица 1
Результаты измерений зоны уверенного приема (РТС Навои) в точке № 5

Координаты точек измерений	Тип модуляции	Кодовая скорость	Напряжение, dBμV	MER, dB	СBER	LBER	C/N, dB	Примечание
Скорость тестового TS: 5 Mbit/s (1 ТВ программа в формате HD)								
N 40° 02' 25.3" E 65° 40' 24.2"	16-QAM	1/2	32,6	20,3	$2 \cdot 10^{-5}$	10^{-8}	8,3	Уверенный прием сигнала
		2/3	40,6	27,4	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	16,1	Имеются замирания
		3/4	40,2	27,4	$4,5 \cdot 10^{-7}$	10^{-7}	15,4	Уверенный

					6			прием сигнала
		5/6	40,2	28,1	$9,9 \cdot 10^{-6}$	10^{-7}	15,3	
		64-QAM	1/2	40,0	27,2	$8,1 \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	
	2/3		40,1	27,4	$8,6 \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	15,1	Имеются замирания
	3/4		40,3	26,5	$8,1 \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	15,5	Уверенный прием сигнала
	5/6		39,9	23,2	$2,4 \cdot 10^{-4}$	10^{-7}	14,5	
	256-QAM		1/2	40,2	25,5	$9,2 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}	
		2/3	40,1	27,7	$5,4 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}	15,3	Имеются замирания
		3/4	40,1	22,6	$1,3 \cdot 10^{-2}$	10^{-7}	15,4	Уверенный прием сигнала
		5/6	40,2	25,5	$8,4 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}	15,5	
Скорость тестового TS: 30 Mbit/s (5TV программ в формате HD и TV программа в формате SD)								
N 40° 02' 25.3" E 65° 40' 24.2"	64-QAM	1/2						Не измерялось
		2/3						
		3/4						
		5/6						
	256-QAM	1/2	39,9	27,5	$6,3 \cdot 10^{-3}$	10^{-8}	15	Уверенный прием сигнала
		2/3	39,8	27,2	$7,6 \cdot 10^{-3}$	10^{-8}	14,9	
		3/4	39,9	25,9	$1,1 \cdot 10^{-2}$	10^{-8}	14,9	
		5/6	39,8	23,6	$1,1 \cdot 10^{-2}$	10^{-8}	14,9	

Выводы. Данные исследование и измерения основывались на положениях Соглашения Женева-06 и стандартах ETSI и преследовали следующие цели:

- определение зоны уверенного приема цифрового ТВ сигнала стандарта DVB-T2 в опытных зонах при различных конфигурациях опытного образца модернизированного аналогового ТВ передатчика (как на направленную приемную антенну, так и на приемную антенну с малым (близким к 0 dB) коэффициентом усиления) путем измерения и получения минимального значения (при которой может быть обеспечен стабильный прием и демодуляция цифрового ТВ сигнала) напряженности поля в точке приема;

- сравнение результатов измерений с данными (а также взаимосвязью между этими данными) и методикой, рекомендуемыми международными стандартами ETSI для проектирования возможной зоны уверенного приема;

- определение и выбор наиболее приемлемой конфигурации (как с точки зрения максимального количества одновременно вещаемых ТВ программ с одной стороны, так и с учетом максимальной возможности уверенного приема цифрового ТВ сигнала) модернизированного аналогового ТВ передатчика в стандарте DVB-T2;

- при действующей конфигурации передатчика в прогнозированной зоне охвата напряженность поля удовлетворяет требования для фиксированного приема на наружную направленную антенну;

- в ходе проведенных измерений обнаружены теневые зоны, которые существуют также и на сетях ЦТВ;

- определены границы зоны уверенного приема при модуляциях:

- a) 16-QAM – 92 km;
- b) 64-QAM – 86 km;
- c) 256-QAM – 80 km;

- измерения на устойчивость мобильного приема цифрового РВ сигнала (радиопрограмм) модернизированного аналогового ТВ передатчика на основе стандарта DVB-T2 при движении приемных устройств доказывают снижение качества принимаемого сигнала до неудовлетворительного уровня при перемещении приемного устройства со скоростью более 10 km/h при 256-QAM и 30 km/h при 16-QAM.

Литература

1. Report ITU-R BT.2254-3 (03/2017) Frequency and network planning aspects of DVB-T2. BT Series. Broadcasting service (television).
2. О'з DSt 2126:2013 Зоны уверенного приема наземного цифрового телевизионного вещания. Методы измерений.
3. Свидетельство об официальной регистрации программы для электронных вычислительных машин № DGU06163 (от 06 февраля 2019 года) «Программа для расчета зон уверенного приема цифровых телевизионных сигналов».
4. ETSI EN 302 755 V1.1.1 (2009–09) European Standard (Telecommunications series) Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).
5. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television: ETSI EN 300 744 v1.6.1. ETSI, 2009.–66 с.
6. Красносельский И.Н. Исследование помехоустойчивости системы DVBT на модели канала с многолучевым распространением / И.Н. Красносельский, С. А. Канев //Электросвязь. – 2010. – №7. – С. 28–30.
7. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.– 1104 с.
8. Карякин В. Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е изд., переработанное и дополненное/ В.Л. Карякин // - М.: Солон-Пресс, 2013.
9. ETSI TR 101 290 V1.3.1 (2014-07). Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems// Цифровое телевизионное вещание (DVB); Рекомендации по измерению для систем DVB.
10. ETSI TS 102 773 V1.3.1, (2012-01): "Digital Video Broadcasting (DVB); Modulator Interface (T2-MI) for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)"// Цифровое телевизионное вещание (DVB); Интерфейс (T2-MI) модулятора для систем цифрового наземного телевизионного вещания второго поколения (DVB-T2).
11. Коржихин Е.О. Особенности построения одночастотных сетей в новом стандарте цифрового вещания DVB-T2
12. ГОСТ Р 54458-2011. Телевидение вещательное цифровое. Транспортирование аудио- и видеослужб с алгоритмом компрессии MPEG-4 (H.264/AVC) по цифровым системам передачи. Общие технические требования.
13. Круглов С. Шагаем в ногу (настраиваем SFN) –М: "Broadcasting. Телевидение и радиовещание" № 6, 2014. С. 6, 7.
14. Мамаев Н.С. Системы цифрового телевидения и радиовещания /Н.С.Мамаев, Ю.Н. Мамаев, Б.Г. Теряев / под ред. Н.С. Мамаева. – М.:Горячая линия – Телеком, 2006. – 254 с.4. Серов А.В. Эфирное цифровое телевидение DVB-T/H. – СПб.: БВХ –Петербург, 2010. – 464 с.
15. Цифровое вещание DVB-T и DVB-T2 в Европе и в Мире. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tvnews.by/tb/2200-dvb-t-i-dvb-t2-v-evrope-i-vmire.html>, свободный (дата обращения 01.09.2014).

-
16. Серов А. DVB-T2 – цифровое телевидение второго поколения. Журнал «625», 7/2009, С. 70–73. Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems. – RTR/JTC-DVB-77.
 17. ГОСТ РУз.2126:2013. Зоны уверенного приема наземного цифрового телевизионного вещания. Методики измерений.
 18. Телевидение / Под ред. В.Е.Джакони. – М.: Радио и связь, 2004. – 616с.