

Математика, физика, техника. 2022, №1

УДК 621.395

DOI: 10.52754/16947452_2022_1_191

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Сопубеков Нематилла Абдилахатович, к.т.н., доцент,

netat67@mail.ru

Абдимиталип уулу Бектур, магистрант,

Ошский технологический университет

Ош, Кыргызстан

Аннотация: В данной статье рассмотрены модели определения помехоустойчивости систем DVB-T, особенности многолучевого распространения радиоволн в среде распространения. Учитывая географическое расположение и рельеф местности определение покрытия является наиболее важным аспектом для передатчиков и приемников станций. Расчет зоны покрытия на основе фактического существующего рельефа очень трудоемкая операция только квалифицированным персоналом. Эфирное наземное телерадиовещание в данное время являются основными средствами донесение информации, которое влияет на нравственное развитие и экономическую активность жителей земного шара, на социальную стабильности и развитию гражданских институтов. Повышение помехоустойчивости систем цифрового телевизионного вещания является основным занчением исследования.

Ключевые слова: радиоволны, зона покрытия, модель, цифровой стандарт, канал, мощность, помех, защита.

САНАРИПТИК ТЕЛЕРАДИОБЕРУУ СИСТЕМАСЫНЫН ТОСКООЛДУКТАРГА ТУРУКТУУЛУГУН ИЗИЛДӨӨ

Сопубеков Нематилла Абдилахатович, к.т.н., доцент,

netat67@mail.ru

Абдимиталип уулу Бектур, магистрант,

Ош технологиялык университети

Ош, Кыргызстан

Аннотация: Бул макалада DVB-T системасынын тоскоолдукка туруктуулугун аныктоо моделдери, таралуу чөйрөсүндө радио толкундарынын көп нурлуу

таралышынын өзгөчөлүктөрү каралды. Географиялык жайгашуусун жана рельефин эске алганда, камтуу аймагын аныктоо станциянын жибергичтери жана кабыл алгычтары үчүн эң маанилүү аспект болуп саналат. Учурдагы рельефтин негизинде камтуу аймагын эсептөө квалификациялуу кызматкерлер тарабынан өжөрлүү эмгекти талап кылган иш чара. Жер үстүндөгү эфирдик телерадиоберүү азыркы учурда жер шарынын жашоочуларынын адеп-ахлактык өнүгүүсүнө жана экономикалык активдүүлүгүнө, социалдык туруктуулукка жана жарандык институттардын өнүгүүсүнө таасир этүүчү маалыматтарды жеткирүүнүн негизги каражаты болуп саналат. Санариптик телекөрсөтүү тутумдарынын тоскоолдукка туруктуулугун жогорулатуу изилдөөнүн негизги мааниси болуп саналат.

Ачкыч сөздөр: радио толкундары, камтуу аймагы, модель, санариптик стандарт, канал, кубаттуулук, кийлигишүү, коргоо.

INVESTIGATION OF NOISE IMMUNITY OF DIGITAL TELEVISION BROADCASTING SYSTEMS

*Sopubekov Nematilla Abdilahatovich, c.t.s., associate professor,
nemat67@mail.ru*

*Abdimalip uulu Bektur, graduate student,
Osh Technological University
Osh, Kyrgyzstan*

Abstract: *This article discusses models for determining the noise immunity of DVB-T systems, features of multipath propagation of radio waves in the propagation medium. Given the geographical location and terrain, determining coverage is the most important aspect for transmitters and receivers of stations. Calculating the coverage area based on the actual existing terrain is a very time-consuming operation only by qualified personnel. Terrestrial terrestrial broadcasting is currently the main means of conveying information that affects the moral development and economic activity of the inhabitants of the globe, social stability and the development of civil institutions. Increasing the noise immunity of digital television broadcasting systems is the main value of the study.*

Keywords: *radio waves, coverage area, model, digital standard, channel, power, interference, protection.*

Актуальность темы. Цифровое телевидение позволяет гораздо увеличить число количество телепрограмм, усовершенствовать качество передаваемой информации, дополнить вещание разными интерактивными мультимедийными службами.

Необходимость внедрения цифрового телевидения порождается возникшие социальные запросами населения а так же нехваткой радио-частотных спектров, нехватка новых европейских и мировых стандартов [4].

Совершенствование цифровых технологий в первую очередь обуславливается на обеспечение свободного доступа к общественной информации, а так же качественное применение современных информационных цифровых технологий. В современном обществе весь мир перешла на цифровое телевидение, которое владеет существенные превосходства по сравнению с аналоговым вещанием которое использовались до настоящего времени.

Задачи исследования. Исследование, создание, построение, проектирование, а так же дальнейшая эксплуатация сетей цифрового телерадиовещания цифрового телерадиовещания стандартов DVB обязаны опираться на точные данных о помехоустойчивости систем цифрового телерадиовещания в разных условиях. Одним из факторов, который определяет реальную помехоустойчивости систем DVB, является многолучевое распространения радиоволн, возникающих в итоге неоднородностей или отражений в среде распространения [1].

В стандарте на систему DVB-T2 дано представление квазибезошибочного приёма - QEF , для которых приведен табулированные аналитическое значение граничного отношения C/N - мощности сигнала несущей к спектральной плотности адитивного белого Гауссовских шумов (АБГШ), требуемых для достижений в разных условиях и режимах вещания вероятности ошибок на выходе декодеров, равной $2 \cdot 10^{-11}$. Это максимально возможные значения, при котором в типично функционирующей системе обеспечиваются довольный резерв помехоустойчивостей. Следственно весьма значимо не довольствоваться одним граничными значениями показателя ошибок по битам (КОБ, *англ.* - BER), а иметь отчётливое представления о нраве зависимости КОБ от отношение C/N в каналах с разными колияциями интенсивности и многолучевости. Ниже приведены итоги исследования, исполненных на модели тракта вещания системы DVB-T2 модели каналов [2].

Применение моделей. Гауссовские каналы в цифровом вещании по факту не встречается, его модели применяются только при лабораторных исследованиях оборудований в качестве легко и простого воспроизводимого стандарта.

Фиксированному приёму (ФП) на наружно направленных антенн, соответствует модели Райсовского канала, статистических свойств отраженных лучей которого описываются разделением вероятностей Райса.

Модель Рэлеевского канала используются при приёме на портативное

оборудования (как внутри, так вне помещения) и при подвижном приёме в неимение прямой видимостей передатчиков. Статистические свойства отраженных лучей описывается разделением вероятностей Рэлея.

Существует уйма реализации рэлеевского и райсовского каналов, который различаются числами рассматриваемые отраженных лучей и их коляциями. Для обеспечения солидарности измерений вероятности и помехоустойчивости сравнения полученными итогами в стандарте на систему DVB-T2 приняты модели рэлеевского и райсовского каналов с АБГШ, содержать по 22 отраженных лучей. На раннем этапе внедрению систем DVB обширно применяются типовые модели с шестью отраженным лучам. Параметры этих моделей закладывается в специализированную измерительных аппаратов, моделирующую настоящую тракт распространение сигнала [3].

Тракт цифрового телерадиовещания был смоделировано с подмогой прибора для тестирования вещательных оборудований SFU фирмы Rohde & Schwarz и комплексных анализаторов принимаемого OFDM-сигнала MS2751B фирмы Anritsu. В качестве добавочных контрольных средств применялся измерительные приёмники EFA-T фирмы Rohde&Schwarz. Приборы SFU позволяет сформировать сигнал OFDM системы DVB-T2 с внесением в него детерминированные искажения, соответствующих разными помехами и шумами при приёме и передаче сигнала в настоящем тракте. С подмогой анализатора MS2741 дозволен измерить параметры принимаемых сигнала и позже его декодирования и демодуляции - показатели на ошибки в широком диапазонах. Таким образом, эти измерительные приборы разрешает предпочесть режимы вѣщания системы DVB-T2 (оборонительный промежуток, кодовую скорость, модуляцию) и модели каналов цифрового вѣщания (вид много-лучевости), задать требуемую интенсивности помех и оценить помехоустойчивости при приёме [2, 3].

Итоги исследований. В качестве начальных баз для сопоставления коляций декодирования, а также для калибровки и проверки модели тракта цифрового телерадиовещания были снят зависимости показателей ошибки от отношения C/N в гауссовском канале для всех видов модуляций несущих в системе DVB-T2 (QPSK, 16-QAM, 64-QAM). От того что для всякого вида модуляции допустим выборы из пяти значения кодовой скорости, решили ограничиться особенно классическим итогам. Так, для гауссовского канала представлено обширно используемую скорость $2/3$ (рисунок 1) и $3/4$.

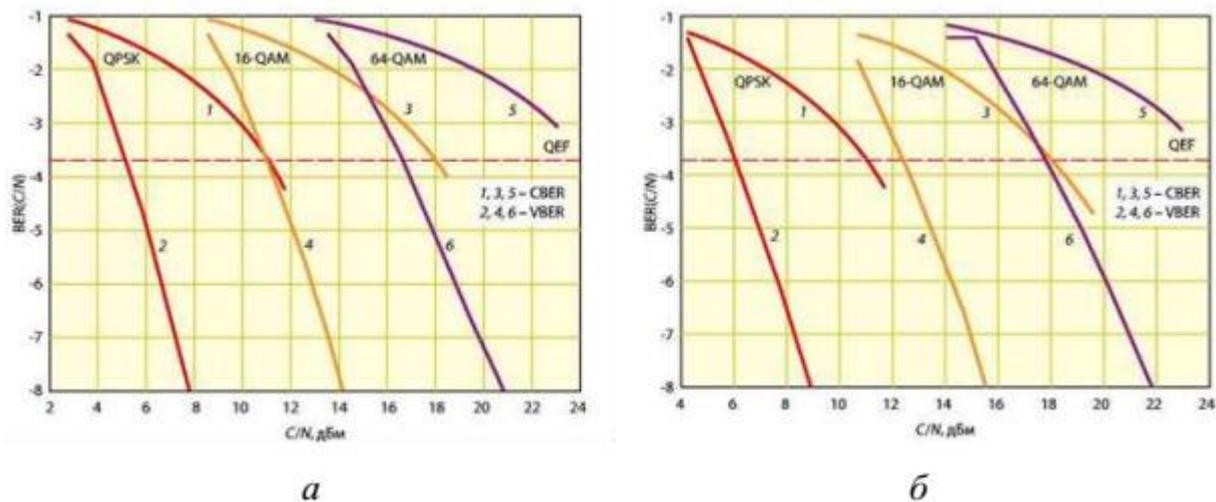


Рисунок 1. Зависимости показателей ошибок CBE/R и VBE/R от отношения C/N для скорости 2/3 а и 3/4 б.

Пунктиром показана граница, соответствующая QEF при вероятности ошибки = 2×10^{-4} . На точке пересечения этой границы и кривых помехоустойчивости на выходе декодера фактически соответствуют значениям C/N, что подтверждает адекватность применяемой модели тракта DVB-T2.

Метаморфоза конструкций ошибки в каналах и крутое снижения помехоустойчивости исключительно крепко проявляется на модели рэлеэвского канала. Это отменно видно по изменению ходов кривых. Даже при дюже крупных значениях C/N, когда белые шумы фактически отсутствует, отслеживается так сказать насыщения кривых, показатели ошибки на входе декодера становится непрерывными и не опускается ниже некоторого значения.

В зоне QEF смещения кривых составляют около 6дБ, а при последующих увеличении C/N расхождения становится еще огромнее. Причем при модуляций 64 QAM результат насыщения распространяется и на кривую. Это обозначается, что даже при отсутствии помех и шумов и вероятность ошибки в рэлеэвском канале не может быть произвольно низкими. Слежения за счётчиком ошибок показала, что в области насыщения ($C/N > 30$ дБм) ошибка появляется в виде коротких пакетов длиной до 11 битов, поделенные промежутки без ошибки длительностью до несколькими десятков секунд.

Заключение. Всеобщий итог о неудовлетворительного помехоустойчивостей модуляций 64-QAM в каналах с многолучевостью требует уточнение с привязкой к выбору кодовой скоростей кодека. С этой целью был проведен измерения в канале Релея и канале Райса и для всех допустимые кодовые скорости, значение которых указан на кривых. Рисунки позволяет непринужденно оценить значения и нрав снижения помехоустойчивости в многолучевых каналах. Если в райсовском канале в

диапазонах кодовых скоростей снижения равно 0,6-1,6 дБ при довольно откровенных кривых, канал будет приближаться к рэлеевскому с соответствующими увеличением числа ошибок.

Еще один фактор снижение помехоустойчивости связано с промышленными помехами, как водится, импульсных нрав. Особенно ясно, это выражен при стационарном либо портативном приёме на не-направленную антенну внутри помещения. Сочетание внешних помех с приёмом в канале Релэя может иметь безграничное, огромное числа вариантов и потребовать довольно большого резерва помехоустойчивостей касательно планируемые значения. Следственно при создании сетей DVB-T2 с ориентировками на удобоносимый приём либо сетей мобильного телевидения DVB-H следует сторониться выбора модуляции 64-QAM с высоким кодовым скоростям. Таким образом, задачи исследования и разработки методов повышения помехоустойчивости систем эфирного ЦТВ, связанных с использованием обратной связи, а также созданием аппаратно-программного комплекса, разработанного на их основе, являются актуальными.

Литература

1. Локшин, М. Основы планирования наземных сетей телевизионного и ОВЧ-ЧМ-вещания. Зоны сервиса радиостанций [Текст] / М. Локшин // Broadcasting” №4, -2014.
2. Красносельский, И.Н. Определение помехоустойчивости системы DVB-T на модели канала с многолучевыми распространениями [Текст] / И.Н. Красносельский, С. А. Канев // Электросвязь. №6. - 2016. - 120 с.
3. Методика определения зоны сервиса одиночной передающей станции наземного цифрового телерадиовещания стандарта DVB-T / Электронный ресурс // ГКРЧ 2013 г. № 11.
4. Сопубеков, Н.А. Внедрение цифрового телерадиовещания в Кыргызской Республике [Текст] / Н.А. Сопубеков // Известия Ошского технологического университета. 2017. №2. - С 14-18.