

4. **Серова, Т.М.** Современные формы и методы проектирования швейного производства [Текст]: учебное пособие для вузов и сузов / [Т.М. Серова, А.И. Афанасьева и др.]. – М.: МГУДТ, 2004. – 288 с.
5. **Жилкина, Н.П.** Текстильная промышленность Кыргызстана на внешних рынках: возможности и барьеры [Текст] / Н.П. Жилкина // Научные исследования в Кыргызской Республике. – Бишкек: НАК ПКР, 2020. – № 2. – С. 64-74.
6. **Шакиев, Ш.О.** Малое предпринимательство в национальной экономике [Текст] / Ш.О. Шакиев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2021. - № 2. – С. 33-37.
7. **Тилекеев, К.** Швейная промышленность и занятость молодежи в Кыргызстане: анализ производственно-сбытовой цепочки [Текст] / К. Тилекеев, Б. Токубек у., Д. Кирбашева. – Бишкек: Университет Центральной Азии, 2020. – 34 с.
8. Проектирование швейного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.perevalov.ru/cat/proektirovanie-shveyного-proizvodstva/>.

DOI:10.54834/16945220\_2023\_2\_24

Поступила в редакцию: 16.05.2023 г.

УДК 654.19

**Мойдунов Т.Т.***к.т.н., доцент Ошского технолог. универ. им. М. Адышева, Кыргызская Республика*

### **САНАРИПТИК ТЕЛЕВИДЕНИЕ ЖАНА МОБИЛДИК БАЙЛАНЫШ СИСТЕМАЛАРЫНЫН ОРТОСУНДАГЫ РАДИОЖЫШТЫК ТИЛКЕСИН ПАЙДАЛАНУУНУ АНАЛИЗДӨӨ**

*Бул жумушта изилдөөнүн предмети болуп ультра жогорку жыштыктагы берүү тилкесинде санариптик жер үстүндөгү телекөрсөтүү системаларынын жана мобилдик кең тилкелүү системалардын жанаша жашоосу каралган. Изилдөөнүн максаты болуп санариптик телевидение жана мобилдик байланыш системаларынын ортосундагы радиоужыштык тилкесин пайдаланууну анализдөө эсептелинет. Изилдөөлөрдө анализдөө, салыштыруу жана жалпылоо илимий усулдары колдонулган. Усулдарга тиешелүү талаа өлчөө сценарийлеринин мүнөздөмөсүн камтыйт жана каналдын бюджеттик анализи, лабораториялык өлчөөлөр жана симуляциялар менен бирге колдонулуучу талаа өлчөөлөрүнүн ишенимдүү натыйжаларын кантип алуу боюнча этап-этабы менен көрсөтмөлөр берилген. Берүүнүн коргоо критерийлерин аныктоодо жана биргелешип жашоону изилдөөдө колдонулган моделдөө ыкмалары, алардын тактыгын жогорулатуу үчүн, талаадагы өлчөөлөрдөн алынган маалыматты кантип колдонсо болору көрсөтүлгөн. Көрсөтүлгөн талаа өлчөөлөрү боюнча сунуштар ар кандай санариптик жер үстүндөгү телекөрсөтүү-мобилдик кең тилкелүү жанаша жашоо сценарийлерине, ошондой эле спектрди бөлүштүрүү жана когнитивдик радио системаларын өлчөөлөрдүн кеңири спектрине карата колдонулушу мүмкүндүгү аныкталагн. Келечекте ультраужыштык телекөрсөтүү тилкесин колдонуунун мүмкүн болгон сценарийлерин аныктоо үчүн Европалык чогуу жашоонун мүмкүн болгон сценарийлерин жана жөнгө салуучу статусун карап чыгуу сунушталган.*

**Негизги сөздөр:** санариптик жер үстүндөгү телекөрсөтүү системалары; мобилдик кең тилкелүү байланыш системалары; электромагниттик шайкештик.

### **АНАЛИЗ СОВМЕШНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛОС РАДИОЧАСТОТ МЕЖДУ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ**

*Предметом исследования данной работы является сосуществование систем цифрового наземного телевидения и мобильных широкополосных систем в полосе сверхвысоких частот передачи. Цель исследования - анализ совместного использования полос радиочастот между цифрового телевидения и систем подвижной связи. Методы включают описания сценариев полевых измерений и предоставляют пошаговые инструкции о том, как получить надежные результаты полевых измерений, используемые в сочетании с анализом бюджета канала, лабораторными измерениями и моделированием. Методы моделирования, используемые при определении критериев защиты передачи и в исследованиях сосуществования, показывают, как можно использовать информацию полевых*

измерений для повышения их точности. Представленные рекомендации по полевым измерениям можно применять к любым сценариям сосуществования цифрового наземного телевидения - подвижной широкополосной связи, а также к широкому диапазону измерений совместного использования спектра и систем когнитивного радио. Рекомендуется провести обзор возможных сценариев сосуществования в Европе и регулирующего статуса для определения возможных будущих сценариев использования телевизионного диапазона УВЧ.

**Ключевые слова:** системы цифрового наземного телевидения; системы подвижной широкополосной связи; электромагнитная совместимость.

## ANALYSIS OF RADIO FREQUENCY SHARING BETWEEN DIGITAL TELEVISION AND MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

*The subject of this work is the coexistence of digital terrestrial television systems and mobile broadband systems in the microwave transmission band. The purpose of the study is to analyze the sharing of radio frequency bands between digital television and mobile communication systems. The methods include descriptions of field measurement scenarios and provide step-by-step instructions on how to obtain reliable field measurement results, used in conjunction with channel budget analysis, laboratory measurements, and simulations. The modeling techniques used in defining transmission protection criteria and in coexistence studies show how information from field measurements can be used to improve their accuracy. The recommendations for field measurements presented can be applied to any digital terrestrial television-mobile broadband coexistence scenarios, as well as to a wide range of measurements of spectrum sharing and cognitive radio systems. It is recommended that a review of possible coexistence scenarios in Europe and the regulatory status be undertaken to identify possible future scenarios for the use of the UHF television band.*

**Key words:** digital terrestrial television systems; mobile broadband communication systems; electromagnetic compatibility.

В этой работе рассматривается сосуществование цифрового наземного телевидения и подвижной широкополосной связи, что актуально, поскольку спектр цифрового наземного телевидения уже был перераспределен для использования подвижной широкополосной связи, и дальнейшее перераспределение находится в стадии изучения. Таким образом, передачи цифрового наземного телевидения и подвижной широкополосной связи уже работают в соседних полосах частот, и проводятся широкие исследования работы в той же полосе частот.

Основными оригинальными вкладами в эту статью являются описание того, как различные методы изучения сосуществования цифрового наземного телевидения -подвижной широкополосной связи должны использоваться вместе, чтобы преодолеть их недостатки и получить реалистичные результаты, и рекомендации по проведению полевых измерений. Термин «полевое измерение» используется для обозначения измерений радиосигнала, проводимых за пределами контролируемой лабораторной среды для получения числовых результатов для критериев защиты приема цифрового наземного телевидения.

Результаты исследований сосуществования могут быть использованы в регулировании и стандартизации для разработки рамок и стандартов совместного использования спектра для оптимизации использования ограниченных ресурсов спектра и удовлетворения потребностей увеличения объема трафика беспроводной связи [1-4]. При рассмотрении вопроса о совместном использовании спектра в полосе частот важно изучить и понять характеристики существующих пользователей спектра, чтобы как максимизировать пропускную способность для пользователей совместного использования спектра, так и свести к минимуму помехи существующим пользователям. В конечном счете, цель состоит в том, чтобы устранить проблемы сосуществования между различными услугами путем разработки единой экосистемы для предоставления различных типов услуг, таких как услуги подвижной широкополосной связи и цифрового наземного телевидения, рассматриваемые в этой статье.

Исследования сосуществования беспроводных сетей способствуют разработке более динамичных методов использования спектра, необходимых для создания такой экосистемы.

### Материалы и методы

Моделирование широко используется в исследованиях сосуществования, поскольку оно предлагает недорогой метод для проведения большого количества исследований. На практике реалистичность моделирования ограничена упрощающими предположениями, которые необходимо использовать в процессе моделирования [5]. При моделировании часто используются параметры, определенные минимальными требованиями в нормативных актах и стандартах, которые могут значительно отличаться от реальных характеристик передатчика или приемника. Моделирование обычно оценивает только один тип механизма помех, но на практике помехи в совокупности создаются комбинацией различных механизмов помех. Таким образом, моделирование и теоретические исследования часто дают только направленно правильные результаты. Измерения следует использовать для обеспечения более полной и реалистичной оценки сосуществования [6].

На рисунок 1 показан сигнал цифрового наземного телевидения слева, а для иллюстрации радио защиты (РЗ) как в совмещенном канале, так и в соседнем канале на одном изображении; источник помех показан как на совмещенном канале с передачей цифрового наземного телевидения, так и на соседнем канале справа. Уровень помех на этом изображении равен максимально допустимому уровню, и, таким образом, РЗ представляет собой отношение между цифровым наземным телевидением и мощностями мешающего сигнала. Когда уровень помех равен или меньше максимального предела, определенного РЗ, вероятность ошибок настолько мала, что выполняется критерий качества приема цифрового наземного телевидения. Вероятность ошибок увеличивается с более высокими уровнями помех, и критерий качества приема цифрового наземного телевидения больше не выполняется.

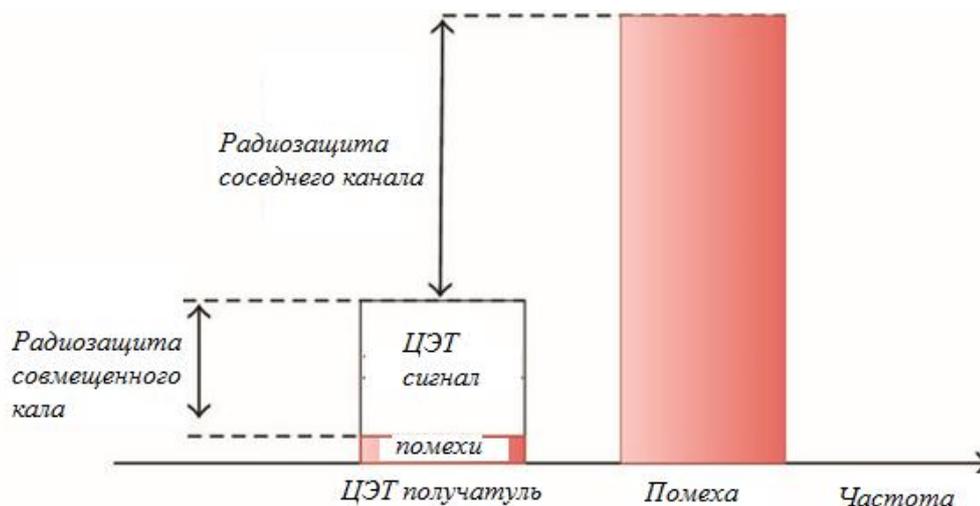


Рисунок 1. - Определение защитных отношений по совмещенному каналу и соседнему каналу

Типичные значения радио защиты (РЗ) при работе в совмещенном канале составляют порядка 20 дБ. Это означает, что сигнал цифрового наземного телевидения должен быть на 20 дБ выше общих помех от всех источников помех и фонового шума. Таким образом, работа в совмещенном канале нежелательна при малых географических расстояниях разноса, поскольку это ограничит мощность передачи подвижной широкополосной связи очень низкими уровнями, а подвижной широкополосной связи будет страдать от высоких уровней

помех от передач цифрового наземного телевидения. При работе по соседнему каналу значения РЗ отрицательны (обычно порядка от  $-30$  до  $-60$  дБ), что означает, что мешающие сигналы могут иметь более высокие уровни мощности, чем передача цифрового наземного телевидения. РЗ определяется на растре канала 8 МГц, используемом для европейских передач цифрового наземного телевидения.

Исследования РЗ системы цифрового наземного телевидения изначально были основаны на достижении целевого коэффициента битовых ошибок (КБО) по битам измеренное между внутренним и внешним кодами в DVB-T (англ. Digital Video Broadcasting — Terrestrial) европейский стандарт эфирного цифрового телевидения [7], отвечающее квазибезошибочному (КзБО) качеству изображения «менее одной нескорректированной ошибки в час». Коммерческие приемники часто не позволяют измерять КБО, а критерий КБО не подходит для портативного или мобильного приема, где флуктуации КБО очень велики [7]. Таким образом, метод субъективной точки отказа (СТО) был создан. Критерием качества в СТО является именно безошибочное изображение на экране телевизора, что соответствует качеству изображения, при котором за время наблюдения 20 с на изображении может быть видна максимум одна ошибка. РЗ сигнала цифрового наземного телевидения по отношению к мешающему сигналу измеряется на входе приемника при уровнях сигнала, дающих только безошибочное изображение, и округляется до следующего большего целого числа. РЗ СТО на 1-2 дБ ниже, чем необходимо для получения КБО для обеспечения качества изображения КзБО (точные значения разницы между точкой потери изображения и диапазоном приема КБО между 1,3 и 2 дБ для DVB-T).

Основным недостатком СТО является необходимость длительного времени наблюдения и сложность их автоматизации. На практике они требуют, чтобы человек постоянно следил за качеством изображения. Лабораторные измерения легче автоматизировать, но в полевых условиях взаимодействие между несколькими людьми, работающими с измерительным и передающим оборудованием, не может быть полностью автоматизировано. Даже если бы автоматизацию можно было использовать в полевых условиях, измерительный персонал все равно был бы занят в течение длительного времени наблюдения.

Перегрузка приемника цифрового наземного телевидения - это нелинейная характеристика приемника, при которой приемник начинает терять способность отличать принятый сигнал цифрового наземного телевидения от других сигналов на других частотах, когда уровень сигнала находится на пороге перегрузки или превышает его. Поведение приемника является линейным до тех пор, пока не будет достигнут порог перегрузки. При этом пороге приемник перестает вести себя линейно, но не обязательно немедленно выходит из строя [8]. Когда приемник находится в состоянии перегрузки, PR больше не применяются, и приемник не может отображать передачи цифрового наземного телевидения независимо от того, насколько высок уровень принимаемого сигнала цифрового наземного телевидения.

Характеристики перегрузки сильно различаются между различными приемниками цифрового наземного телевидения, доступными в настоящее время на европейском рынке [7]. События перегрузки обычно происходят вблизи базовых станций LTE700/800 (англ. *Long-Term Evolution*, букв) - стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных, где общие уровни сигналов, возникающие в результате передач подвижной широкополосной связи и цифрового наземного телевидения, высоки. Гармонизированный стандарт приемника цифрового наземного телевидения [8] требует, чтобы приемники выдерживали уровень сигнала - 4 децибел-милливатт (дБм) без перехода в состояние перегрузки, но большинство приемников цифрового наземного телевидения, выпущенных до Гармонизированного стандарта, не соответствуют это требование к производительности [9].

Влияние переходных помех на РЗ особенно актуально в случае источников помех LTE. Они могут полностью появляться или исчезать случайным образом и иметь длительные промежутки без активности передачи, что создает сложную ситуацию для автоматического регулирования усиления (АРУ) приемника цифрового наземного телевидения. Были измерены защитные отношения даже на 10-12 дБ выше, когда источник помех применяется к сценарию приема цифрового наземного телевидения после того, как сигнал цифрового наземного телевидения уже был получен (помехи вводятся после того, как сигнал цифрового наземного телевидения был получен) [9].

Директива по радиоборудованию (RED) [10] в 2014 г. определила, что необходимо создать требования к характеристикам приемника, чтобы обеспечить эффективное использование спектра в ЕС. RED вступил в силу 13 июня 2016 года, и Гармонизированные стандарты для радиоборудования необходимо обновить, чтобы они соответствовали требованиям RED. Окончательная черновая версия стандарта *EN 303 340: Гармонизированный стандарт для приемников цифрового наземного телевидения, отвечающий основным требованиям, определенным в RED*, был выпущен в марте 2016 г. и определяет требования к характеристикам приемника цифрового наземного телевидения в отношении помех, особенно от LTE в 700 и 800 МГц. Гармонизированный стандарт определяет требования к чувствительности приемника, характеристике подавления приемника от сильных внеполосных помех, перегрузки приемника и нежелательных излучений в области побочных излучений. Радиоборудование, не соответствующее соответствующему Гармонизированному стандарту, не может выйти на внутренний рынок ЕС после окончания переходного периода 13 июня 2017 года.

#### **Выводы:**

1. Представлен обзор использования диапазона телевидения УВЧ и обзор сосуществования цифрового наземного телевидения и подвижной широкополосной связи, а также описано, как можно использовать различные методы изучения сосуществования цифрового наземного телевидения и подвижной широкополосной связи для получения реалистичных и точных результатов;
2. Определены рекомендации по проведению полевых измерений для изучения сосуществования цифрового наземного телевидения-подвижной широкополосной связи и рассматривается, как можно использовать наблюдения полевых измерений для получения более реалистичных результатов моделирования;
3. Предложены способы развития систем беспроводной связи, целью которого является переход от статического монополярного распределения спектра к более динамичному сосуществованию различных систем и более эффективному использованию ограниченных ресурсов спектра;
4. Даны рекомендации по полевым измерениям, которые могут быть применены к любым сценариям сосуществования цифрового наземного телевидения - подвижной широкополосной связи, а также к широкому диапазону измерений совместного использования спектра и систем когнитивного радио;
5. Выявлено, что вещание цифрового наземного телевидения на ультравысоких частотах в последние годы не было стабильной рабочей средой, и ожидается, что изменения в использовании радиовещательного спектра продолжатся в будущем;
6. Определено, что в ближайшем будущем LTE SDL представляется наиболее реальным сценарием сосуществования подвижной широкополосной связи в диапазоне УВЧ-вещания с

точки зрения технической совместимости с цифрового наземного телевидения и с точки зрения совместимости с соглашением GE06;

7. Выявлено, что в долгосрочной перспективе подвижной широкополосной связи и цифрового наземного телевидения сольются в одну экосистему, которая доставляет все типы контента и самостоятельно выбирает, является ли оптимальный режим передачи широкополосным, многоадресным или одноадресным.

#### Список литературы:

1. Европейская комиссия, COM/2012/478 [Электронный ресурс]. Содействие совместному использованию ресурсов радиочастотного спектра на внутреннем рынке, сентябрь 2012 г. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/72073988/>.
2. Президентский совет консультантов по науке и технологиям, реализация полного потенциала государственного спектра для стимулирования экономического роста, июль 2012 г. [Текст].
3. **Tehrani, S.** Лицензированные схемы совместного использования спектра для операторов мобильной связи: обзор и перспективы [Текст] / [S. Tehrani, D. Vahid, H. Triantafyllou и др.] // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2016. – vol. 18. – С. 2591–2623.
4. **Мустонен, М.** Модель процесса для последних концепций совместного использования спектра при разработке политики [Текст] / [М. Мустонен, М. Матинмикко, О. Холланд и др.] // Политика в области электросвязи. – 2017.
5. **Коц, Д.** Экспериментальная оценка предположений о моделировании беспроводной связи [Текст] / [Д. Коц, К. Ньюпорт, Р.С. Грей и др.] // в материалах 7-го симпозиума ACM по моделированию, анализу и моделированию беспроводных и мобильных устройств. – Венеция, 2004. – С. 78-82.
6. **Kelly, IY.** Сосуществование: теория и практика [Текст] / IY. Kelly, HW. Perlow // IEEE Wireless Communications. – 2017. – vol. 24. - С. 96–101.
7. **Фадда, М.** Проблемы помех для связи VANET в TVWS в городских условиях [Текст] / М. Фадда, М. Муррони, В. Попеску // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2016. – v ol. 65. – С. 4952–4958.
8. **Попеску, В.** Проблемы помех и защиты в совмещенном канале и соседнем канале для работы DVB-T2 и IEEE 802.22 WRAN [Текст] / [В. Попеску, М. Фадда, М. Муррони и др.] // IEEE Transactions on Broadcasting. – 2014. – С. 693–700.
9. МСЭ-R, Отчет МСЭ-R ВТ.2382-1: Описание помех цифровому наземному телевизионному приемнику. – 2016.
10. **Браун, П.** BBC Research & Информационный документ о разработке WHP 288 [Текст] / [П. Браун, Д. Дарлингтон, П. Кесби и др.] // Тестирование совместимости WSD в исследовательском центре здания: экспериментальная проверка нормативных предложений ofcom. – 2014.

DOI:10.54834/16945220\_2023\_2\_34

Поступила в редакцию: 29.05.2023 г.

УДК 654.19

**Мойдунов Т.Т.**

*к.т.н., доцент Ошского технолог. универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**Саримсаков А.А.**

*к.т.н., доцент Ошского технолог. универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

### ЭКОНОМИКАНЫ КАМСЫЗ КЫЛУУ ҮЧҮН РАДИОЖЫШТЫК СПЕКТРЛЕРИН БАШКАРУУ

*Бул жумушта изилдөө предмети болуп байланыш тармактарын жана радио жыштыгын биргелешип пайдалануунун концепциясын бөлүштүрүү маселелери саналат. Изилдөөнүн максаты - экономиканы камсыз кылуу үчүн радиожыштык спектрлерин башкаруу системаларын анализдөө. Изилдөөлөрдө анализ, салыштыруу жана жалпылоо илимий методдору колдонулган. Спектрди бөлүштүрүү үчүн радиожыштык спектрин бөлүшүү модели боюнча изилдөөлөр жергиликтүү масштабда интернетин колдонуунун жардамында жүргүзүлгөн. Интернетти чоң масштабда жайылтуу модели иштелип чыгып, 5G стандартын жайылтууга салыштырмалуу спектралдык*