

Тиленбаев К.У., Бакытов Р.Б.

**МОБИЛДУУ БАЙЛАНЫШ ТАРМАКТАРЫНЫН ЖАНА САНАРИПТИК ТЕЛЕБЕРҮҮНҮН
ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ШАЙКЕШТИГИН ТАЛДОО**

Тиленбаев К.У., Бакытов Р.Б.

**АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ
СВЯЗИ И ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ**

K. Tilenbaev, R. Bakytov

**ANALYSIS OF THE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF MOBILE COMMUNICATION
NETWORKS AND DIGITAL TELEVISION BROADCASTING**

УДК: 004.716

Бул макалада жергиликтүү багыттагы LTE тутумунун электромагниттик шайкештигин талдоосу жана эсептөөсү жүргүзүлөт; мобилдик байланыш түйүндөрүнүн жана санариптик телеберүүнүн ЭМШ анализи. Макалада уюлдук телефондор ж.б. LTE терминалдары үчүн зымсыз жогорку ылдамдыктагы маалыматтарды берүү стандарты каралат. Бул технология GSM/EDGE жана UMTS/HSPA дан тышкары тармактын өзөгүн жакшыртуу менен бирге башка радиоинтерфейсин колдонуу менен өткөрүү жөндөмдүүлүгүн жана ылдамдыгын жогорулатат. Азыркы учурда LTE технологиясы радиоэлектроникада радиоэлектрондук жабдууларды (РЭЖ) электромагниттик шайкештигин (ЭМШ) заманбап радиоэлектрондук системалардын жана комплекстердин санынын тынымсыз көбөйүшүн камсыз кылууда актуалдуу болуп саналат. Практикада мындай аспектилерге жетишсиз көңүл буруудан улам, техникалык тапшырмада (ТТ) талаптардын жоктугунан, электромагниттик тоскоолдуктардын (ЭМТ) себептеринин бүдөмүктүүлүгүнөн жана алардын даражасы менен ошондой эле ЭМТны эске алуу менен РЭСти оптималдуу жана эффективдүү долбоорлоого мүмкүндүк берүүчү методдордун жоктугу шартталган.

Негизги сөздөр: талдоо, эсеп, электромагниттик шайкештик, санарип, телеберүү, байланыш.

В этой статье приводятся анализ и расчеты электромагнитного совместимости системы LTE локального назначения; анализ ЭМС сетей подвижной связи и цифрового ТВ вещания. В статье рассматривается – стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных телефонов и других терминалов LTE. Данная технология увеличивает пропускную способность и скорость за счет использования другого радиоинтерфейса вместе с улучшением ядра сети, помимо GSM/EDGE и UMTS/HSPA. В технологии LTE рассматриваются вопросы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС) в современной радиоэлектронике является актуальным из-за непрерывного увеличения количества современных радиоэлектронных систем и комплексов, активно внедряющихся во все области жизни современного общества. На практике уделение недостаточного внимания таким аспектам обусловлено как по формальным причинам, из-за отсутствия требований в техническом задании (ТЗ), так и по неясности причин возникновения электромагнитных помех (ЭМП) и степени их влияния, а также отсутствия методик позволяющих оптимально и эффективно проектировать РЭС с учетом ЭМС.

Ключевые слова: анализ, расчет, электромагнитная совместимость, цифровой, телевидение, связь.

This article provides an analysis and calculation of the electromagnetic compatibility of a local LTE system; EMC analysis of mo-

bile communication networks and digital television broadcasting. The article deals with the wireless high-speed data transmission standard for mobile phones and other LTE terminals. This technology increases throughput and speed by using a different radio interface along with network core improvement, in addition to GSM/EDGE and UMTS/HSPA. In LTE technology, the issues of ensuring electromagnetic compatibility (EMC) of radio electronic equipment (RES) in modern radio electronics are considered relevant due to the continuous increase in the number of modern radio electronic systems and complexes that are actively being introduced into all areas of modern society. In practice, paying insufficient attention to such aspects is due both to formal reasons, due to the lack of requirements in the terms of reference (TOR), and due to the ambiguity of the causes of electromagnetic interference (EMI) and the degree of their influence, as well as the lack of methods that allow optimal and efficient design RES taking into account EMC.

Key words: analysis, calculation, electromagnetic compatibility, digital, television, communication.

Введение. Рассмотрение вопросов обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС) в современной радиоэлектронике является актуальным из-за непрерывного увеличения количества современных радиоэлектронных систем и комплексов, активно внедряющихся во все области жизни современного общества. На практике уделение недостаточного внимания таким аспектам обусловлено как по формальным причинам, из-за отсутствия требований в техническом задании (ТЗ), так и по неясности причин возникновения электромагнитных помех (ЭМП) и степени их влияния, а также отсутствия методик позволяющих оптимально и эффективно проектировать РЭС с учетом ЭМС. Темпы наращивания количества радиоэлектронных средств (РЭС) мобильной связи обусловили возникновение проблем электромагнитной совместимости (ЭМС) внутрисистемного и межсистемного характера. Особое значение приобретает соблюдение условий ЭМС на межсистемном уровне, когда базовые станции (БС) систем мобильной связи воздействует на работу других РЭС, работающих в совместных частотных диапазонах. При этом необходимо учитывать помехи не только по основным, но и по побочным каналам приема.

Анализ ЭМС сетей подвижной связи и телевизионного вещания. Актуальной задачей является обеспечение электромагнитной совместимости радио-

электронных средств (РЭС) подвижной службы стандарта LTE и наземного цифрового телевизионного вещания, работающих в смежных полосах частот. Международными документами условия использования полос частот 694-958 МГц для применения в сухопутной подвижной связи (ПС) и цифрового телевизионного вещания не определены. Эти вопросы должны разрабатывать национальные администрации связи. В настоящее время в Кыргызской Республике полоса частот 470-694 МГц выделены для наземного телевизионного вещания, а полоса частот 694-958 МГц для работы ПС стандарта LTE. При работе сетей ПС LTE и сетей телевизионного вещания на общих территориях в выше указанных диапазонах частот, возникают различные случаи ухудшения электромагнитной совместимости (ЭМС). Наиболее характерным является блокировка приемников телевизионного вещания сигналом передатчика близко расположенной базовой станции. Это происходит из-за перегрузки широкополосного входного не перестраиваемого усилителя высокой частоты, включенного до селектора телевизионных каналов. Такие случаи были зафиксированы во многих населенных пунктах КР. На таких территориях прием качественного ТВ вещания резко ухудшается или даже становится невозможным. Такие территории в литературе получили название «слепые зоны» [1].

В данной статье авторами производится расчет параметров сигналов от БС и от телевизионного передатчика на входах ТВ приемников на дальних территориях «слепых зон».

При расчете параметра сигналов от двух служб

на входах ТВ приемников используется известная интерференционная формула Введенского, для оценки величины напряженности электромагнитной поля E в зоне дифракционного поля [2].

$$E = \frac{2,18\sqrt{PD}h_1[m]h_2[m]}{r_{[км]}^2\lambda_{[м]}}, \quad (1)$$

где P – излучаемая мощность на выходе радиопередатчика, кВт,

D – коэффициент усиления передающей антенны.

Исходными данными для расчетов служат параметры передатчиков базовых станций ПС и ЦНТВ в городе Токмок, в котором в 2017 году были выявлены помехи на ТВ приемниках.

БС ОсОО Скай Мобайл в г. Токмок: координаты 751639 425031; мощность 40 Вт; усиление антенны 20 дБ; направление антенн 140, 275, 350 гр; передатчик Huawei RRU 3268; прием 832-842 МГц; передача 791-801 МГц.

ЦТВ ОАО РПО РМТР в г. Бишкек: координаты 743619 425318; мощность 1000 Вт; направление круговое; передатчик Квант Эфир; передача 42 ТВК (638-646 МГц);

Расстояние от передатчиков до ТВ приемника рассчитано с помощью программы Google Earth:

3670 метров от ЦНТВ Токмок до приемника (рис. 1); 2270 метров от БСмс до приемника (рис. 2); 54 000 метров от ЦНТВ Бишкек до приемника (рис. 3).

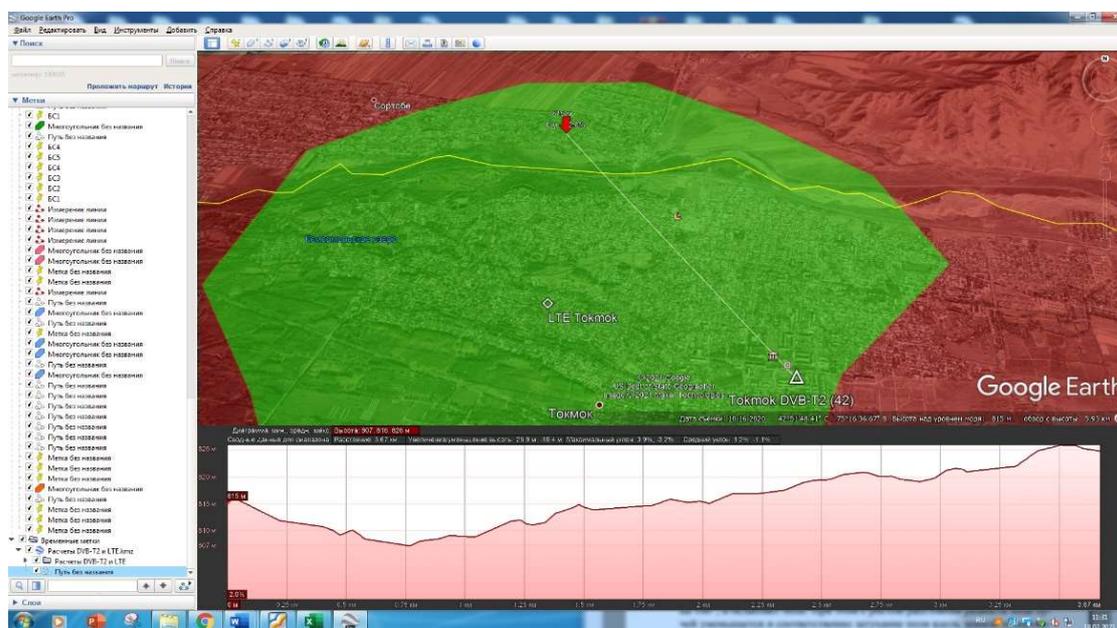


Рис. 1.

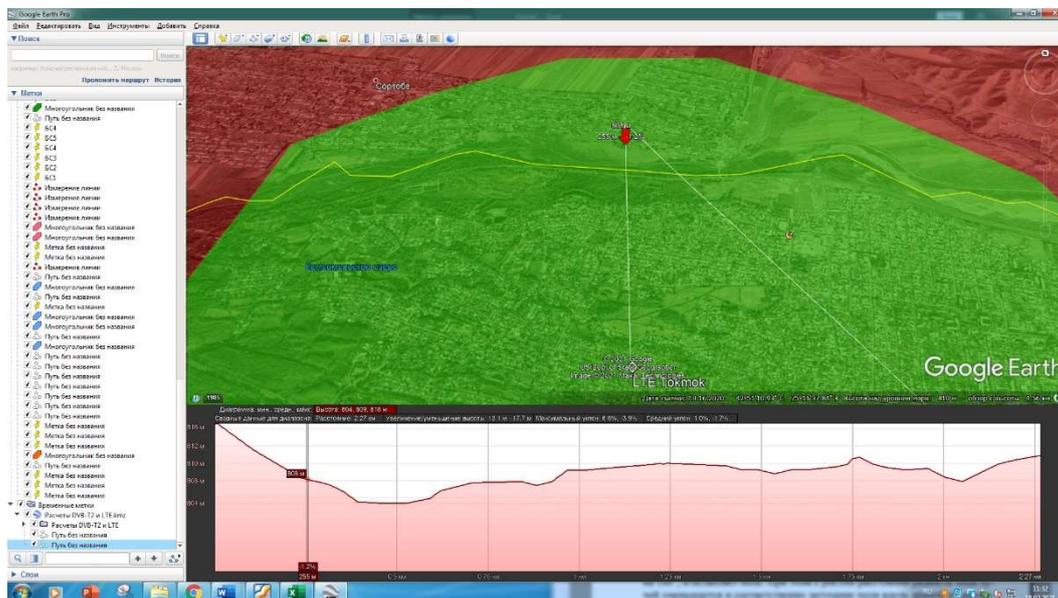


Рис. 2.

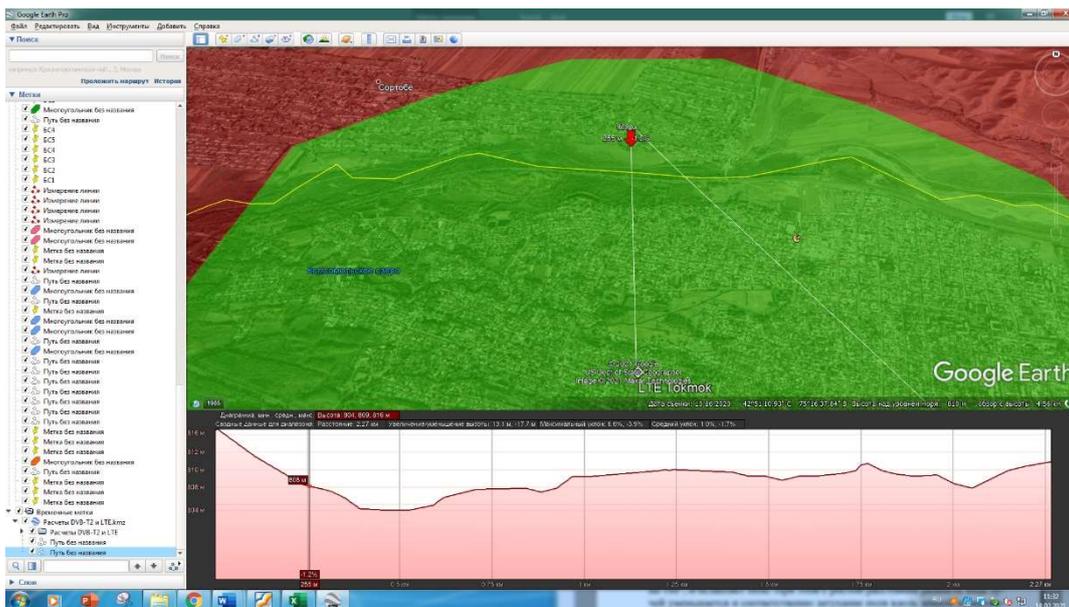


Рис. 3.

Расчеты показали следующие значения

Таблица 1

	от БС	от БЦНТВ	от ЦНТВ Бишкек
P=	38	200	1000
D=	20	10	10
h1=	25	42	285
h2=	10	10	10
r=	2270	3670	54000
$\lambda =$	0,38	0,46	0,46
E=	0,007673	0,0066089	0,0004632

Расчеты показали, что величина напряженности электромагнитного поля от передатчика базовой станции мобильной сети равна 7,8 мВ/м и в 19 раз превышает величину напряженности электромагнитного поля от передатчика ЦНТВ в городе Бишкек равной 0,4 мВ/м.

Несущая частота передатчика БС мобильной сети значительно отличается от передатчика ТВ сигнала на 150 МГц. УВЧ цифровых ТВ приемников являются широкополосными и пропускают все сигналы метрового и дециметрового диапазонов.

При таких показателях происходит блокирование ТВ сигнала передатчика на входе ТВ приёмника сигналом передатчика БС и соответственно происходит его подавление

В данном случае необходимо применение фильтров низких частот или режекторных фильтров с определенными или сосредоточенными параметрами.

Также одним из решений проблемы является изменение параметров и характеристик станции ТВ сигнала, а именно увеличение высоты и увеличения излучаемой мощности на выходе радиопередатчика. [3]

Вывод. В данной статье были проведены исследования расчеты и анализ электромагнитного совместимости системы LTE локального назначения. Были

рассмотрены вопросы количественной оценки уровня помех создаваемого передатчиками БС технологии LTE.

Данные расчеты можно использовать для расчета и анализа электромагнитной совместимости не только для Чуйской области, но и для других регионов со схожими условиями и схожими технологиями.

Предложены методы улучшения ЭМС при работе сети цифрового телевизионного вещания и технологии LTE.

Литература:

1. Анализ технических характеристик радиоэлектронных средств телевизионного вещания и сухопутной подвижной службы в диапазоне радиочастот 694-862 МГц для оценки электромагнитной совместимости / Б.М. Антипин, Е.М. Виноградов. // В сборнике статей XXIII Международной науч.-практич. конференции «EurasiaScience». - Москва, 15 августа 2019 г. - С.73-75.
2. Мамчев Г.В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания. Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 340 с.: ил.
3. Хохлов Б. Новые селекторы каналов для цифровых телевизоров // Радио. – 2007. – №9. – с.10-13.
4. Батыркулов Н., Абдурасулов И.А. Исследование характеристик электромагнитных полей компьютеров. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2011. №. 5. - С. 55-59.