СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
(тезисов)
XXXVI МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ РАЕН

«МОБИЛЬНЫЙ БИЗНЕС: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ»

Конференция организована региональным отделением Российской академии естественных наук «Экономика и качество систем связи» и ЗАО «НИРИТ».
Место и год издания сборника: Москва, 2015.
Место проведения конференции: Таиланд.
Начало конференции: 23 ноября 2015 г.
Окончание конференции: 25 ноября 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование трудов конференции	**с. 2**
СЕКЦИЯ I. ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ	
Сравнение канального ресурса стандартов LTE и McWiLL (NG-1) *О.А. Шорин, Р.С. Аверьянов*	**с. 4-6**
Алгоритм обработки OFDM сигналов с мультидоплеровским сдвигом частот для стандартов LTE/LTE-ADVANCED и MCWILL *Г.О. Бокк, О.А. Шорин*	**с. 7-9**
Многофакторная имитационная модель обслуживания подвижных абонентов в мобильных системах связи *А.О. Шорин, Д.А. Резинин*	**с. 10-11**
Оценка зависимости удельной интенсивности потерь соединений (ω) в сетях с OFDM сигналами от скорости перемещения абонентов (v) *А.О. Шорин*	**с. 12-14**
СЕКЦИЯ II. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ	
Обеспечение единства измерений времени соединения и объёма информации в системах мобильной связи *А.С. Аджемов, М.С Лохвицкий, Б.П. Хромой*	**с. 15-17**
СЕКЦИЯ III. РЕГУЛЯТОРНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ И ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ	

Влияние научно-технического прогресса на развитие рынка услуг и показатели деятельности операторов сотовой подвижной связи *М.Е. Девяткина, Е.Е. Девяткин, Е.Е. Володина*	**с. 18-20**
Административно-правовые вопросы развития перспективных радиотехнологий в России *Е.Е. Володина, Е.Е. Девяткин*	**с. 21-25**
Некоторые размышления по итогам первого в России аукциона по продаже лицензий на оказание услуг с использованием радиочастотного спектра *Е.Е. Володина, С.В. Юшков*	**с. 26-28**

СРАВНЕНИЕ КАНАЛЬНОГО РЕСУРСА СТАНДАРТОВ LTE и McWiLL (NG-1)

О. А. Шорин,
ООО «НСТТ»,
Генеральный директор, профессор, д.т.н.,
115432, 2-ой Кожуховский проезд, 12 стр.2,
e-mail: oshorin@gmail.com
Р. С. Аверьянов,
Московский технический университет связи и информатики,
аспирант,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: roman3178823@gmail.com

УДК 621.396

Аннотация. Проведен анализ информационного ресурса стандартов McWiLL и LTE. Приводятся основные технические особенности стандартов, их положительные и отрицательные стороны в формировании канального ресурса.

Ключевые слова: широкополосные системы связи, OFDM-модуляция, LTE, McWiLL, канальный ресурс.

COMPARSION OF CHANNEL RESOURCES FOR McWiLL AND LTE

Oleg Shorin,
LLC «NXTT»,
General Director, doctor of technical sciences,
115432, 12/2 bld., 2nd Kozhuhovsky, Moscow,
e-mail: oshorin@gmail.com
Roman Averyanov,
Moscow technical university of communications and informatics,
graduate student,
111024, Moscow, Aviamotornaya st., 8A,
e-mail: roman3178823@gmail.com

Annotation. The analysis of the information resource McWiLL and LTE. The basic technical features of the standards, their positive and negative aspects in the formation of the channel resource

Keywords: broadband communication systems, OFDM modulation, LTE, McWiLL, channel resource.

При всех прочих равных условиях между стандартами McWiLL и LTE есть общие особенности. Связано это с тем, что в фундаменте обоих стандартов лежит OFDM метод, который далее оптимизирован в каждом стандарте под определенный набор требований, который он должен выполнять.

Согласно документации, McWiLL [1] сообщения первичных запросов на подключение PRCH самые критичные, так как они посылаются от абонента при отсутствии синхронизации и передаются в интервалах G защитных интервалов между фрагментами линий Dn и Up.

В [1] временные тайм-слоты для каналов Dn и Up изображены примерно в 1,5-2 раза большими, чем G. При этом отмечено, что каналы занимают два последовательных слота мобильного канала (в [1] показано, что обычный тайм-слот мобильного канала охватывает восемь элементарных посылок OFDM). Поэтому можно с большой долей уверенности заключить, что отдельная посылка канала первичного запроса PRCH передается в окне сопоставимом по длительности с восемью длительностями посылки OFDM (8*(128+9,5) = 1,1 мсек, см [1].

Так как, частотный ресурс, выделяемый под каналы, судя по замечаниям в [1], охватывает восемь поднесущих, то получаем, что с учетом фактора расширения (Spreading Factor), элементарная посылка первичного запроса может содержать 8*2=16 бит информации. Это согласуется с информацией [1], где говорится, что PRCH содержит минимальный объем данных, связанных непосредственно с физическим процессом связи. Скорее всего, под этой фразой подразумевается методика организации связи, используемая в GSM (2G), где элементарный запрос первичного подключения содержит только 8 бит случайного кода, который служит как квиток некого номера, с которым, абонент, инициировавший запрос, ждет обратного сообщения от БС, содержащего необходимую информацию для более точной подстройки синхропараметров.

В McWiLL получается, что даже больший размер поля под случайный выбор номера запроса выделен системой для абонентов.

В McWiLL не используется для запросов подключений более мелкая нарезка частотных каналов. Разнос остается прежним (1000/128 = 7,8125 кГц).

В LTE для сигналов первичной синхронизации используется нарезка частот значительно более узкая, чем для всех остальных сигналов (порядка 1 кГц). Это приводит к большим ограничениям на доплеровские сдвиги и требованиям относительно высокой стабильности генераторов абонентских станций. В LTE, согласно документации, в качестве RACH сигнала (первичного запроса на подключение) используется сигнал с OFDM модуляцией более узкой нарезки, чем стандартный. А именно, в [2] указано, что длительность элементарной посылки составляет 800 мкс, а набор OFDM поднесущих равен 839 (а с защитными интервалами в частотной полосе составляет 864 поднесущие, что для обычной нарезки LTE соответствует 72 поднесущим). То есть, разнос поднесущих частот составляет 1,25 кГц, а общая полоса сигнала PRACH=1,25*839=1048,75 кГц.

Главная проблема возникает из-за доплеровских сдвигов или нестабильности генераторов абонентских станций. Видимо, обработка с поиском и подстройкой по несущей частоте в совокупности с поиском допустимых сдвигов в синхро-последовательностях ZC по трудоемкости для процессоров невыполнима. Поэтому, как только частотные расстройки достигают порядка 600 Гц, установить синхронизацию с сигналами запросов PRACH система LTE не может.

Можно оценить скорости, на которых такие отстройки возникнут.

F_0*v/c=600

При F_0=2,6 ГГц получаем v=69 м/с (250 км/ч). Но наши оптимизаторы утверждают, что критические состояния возникают на скоростях примерно в два раза меньших (порядка 120

км/ч. Испытывали на САПСАНе). Видимо, реально отстройки в 300 Гц (на четверть от разноса поднесущих) уже настолько снижают эффективный уровень сигнала, что синхронизация становится невозможной.

В системе NG первичные запросы используют сигналы с разносом поднесущих 7,8 кГц, и несущие частоты, как правило, меньше 2,6 ГГц. Поэтому устойчивость к частотной нестабильности будет в 6–7 раз выше. Допустимые скорости абонентов становятся соответственно до 700-800 км/ч. А на низких диапазонах даже выше.

LTE был создан как продолжение стандартов 3G для поддержки, в основном, постоянно растущего трафика данных и количества абонентов. И его основное направление – это интеграция с существующими сетями общего пользования и бесшовный переход от старых поколений к новым.

McWiLL в свою очередь, служит стандартом, который используется в условиях ограниченности спектра и позволяет максимально оптимизировать доступный ресурс. В местах, где стандарт LTE развертывать финансово не выгодно, а именно на больших территориях с очень маленькой плотностью населения, более рационально использование стандарта McWiLL в низких диапазонах частот.

Литература

1. Интернет URL http://nxtt.org/technology/11/43/
2. S. Sesia, I. Toufic, M. Baker. LTE – The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice, John Willey & Sons Ltd. 2011.

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ OFDM СИГНАЛОВ С МУЛЬТИДОПЛЕРОВСКИМ СДВИГОМ ЧАСТОТ ДЛЯ СТАНДАРТОВ LTE/LTE-ADVANCED И McWILL

О. А. Шорин,
ООО «НСТТ»,
Генеральный директор, профессор, д.т.н.,
115432, 2-ой Кожуховский проезд, 12 стр. 2,
e-mail: oshorin@gmail.com
Г. О. Бокк,
ООО «НСТТ»,
директор по науке,
115432, 2-ой Кожуховский проезд, 12 стр. 2,
e-mail: bokkg@yandex.ru

УДК 621.396

Аннотация. На основе критерия максимального правдоподобия (ML) получен алгоритм оценки составляющих ICI, порождаемых из-за доплеровских сдвигов в условиях частотно-селективных замираний. Далее произведен синтез алгоритма формирования «мягких» решений с подавлением ICI и коррекцией замираний, удовлетворяющий критерию ML. На основе полученных алгоритмов сформирована схема эквалайзера, моделирование работы которой показало возможность поднять верхний предел скоростей перемещения абонентов в 2-2,5 раза без потери качества обслуживания в сетях стандартов LTE/LTE-Advance и McWiLL.

Ключевые слова: сотовые сети, оценки мультидоплеровских сдвигов частоты, каналы с частотно-селективными замираниями, подавление помех, OFDM, оценка максимального правдоподобия (ОМП).

PROCESSING ALGORITHM FOR OFDM SIGNALS WITH MULTI DOPPLER FREQUENCY FREQUENCY SHIFT FOR LTE/LTE- ADVANCED AND MCWILL

Oleg Shorin,
LLC «NXTT»,
General Director, doctor of technical sciences,
115432, 12/2 bld., 2nd Kozhuhovsky, Moscow,
e-mail: oshorin@gmail.com
German Bokk,
LLC «NXTT»,
Science director
115432, 12/2 bld., 2nd Kozhuhovsky, Moscow,
e-mail: bokkg@yandex.ru

Annotation. Based on the maximum likelihood (ML) criterion, derive an estimation algorithm for ICI components as they appear under frequency selective fading conditions. Then we derive a rule for forming “soft decisions” with ICI rejection and fading correction that conform to ML criterion. Based on found algorithms we have designed an equalizer scheme and simulated its operation on computer. Modeling results have demonstrated that it should be possible to increase the

upper limit of subscriber's movement speed by a factor of 2-2,5 without service quality degradation in the cellular networks of LTE/LTE-Advance and McWiLL standard.

Keywords: cellular networks, Multi Doppler measurement, Frequency-selective fading channels, interference suppression, OFDM, Maximum likelihood estimation (MLE).

Технология сигналов с OFDM модуляцией нашла широкое применение в сетях мобильной связи 4-го поколения [1-2]. В силу высокой спектральной эффективности и помехоустойчивости при работе в каналах с многолучевым распространением, сигналы с OFDM начали активно внедрять и в другие системы, например, гидроакустические. Однако сигналы OFDM обладают невысокой устойчивостью относительно ошибок синхронизации по частоте. Это обстоятельство усугубляется тем, что часто в пределах рабочей полосы возникают несколько различных частотных сдвигов, и модели искажений существенно усложняются. Стандартные методы синхронизации по частоте становятся не пригодными для устранения подобных искажений. Действительно, быстрые перемещения абонентов в зонах перекрытий сайтов сотовых сетей приводят к возникновению различных доплеровских сдвигов частот принимаемых сигналов. В сетях 4G, использующих сигналы с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM) это приводит к различным частотным сдвигам блоков поднесущих внутри объединенного сигнала. Теряется ортогональность, возникают межподнесущие помехи (ICI).

В аналитической форме принимаемый OFDM сигнал при мульти доплеровских искажениях записывается так:

$$S(t) = \sum_{n=0}^{N-1}\sum_{k=0}^{K-1} A_n \cdot q_n(k) \cdot \cos(\omega_o t + (nK + k + \delta_n)\Delta\omega \cdot t + \varphi_n(k) + \varphi_{n0}),$$

где, ω_0 – несущая частота, $\Delta\omega$ – разнос частот поднесущих, A_n, φ_{n0} – случайные амплитуда и фаза поднесущих в блоке с номером n, δ_n– случайный относительный сдвиг частоты в блоке n, $q_n(k), \varphi_n(k)$ – амплитуда и фаза символа, передаваемого в блоке n, на поднесущей номер k.

Решения обозначенной проблемы выполнено в три этапа.

<u>На первом этапе</u>, на основе критерия максимального правдоподобия (ML) получен алгоритм оценки квадратурных составляющих ICI, порождаемых из-за доплеровских сдвигов в условиях частотно-селективных замираний:

$$Z_{Rn}(k) \approx \sum_{n'=0}^{N-1}\sum_{k'=0}^{K-1}\left(A_{Rn'}q_{Rn'}(k') - A_{In'}q_{In'}(k')\right) \cdot \theta(n, n', k, k', \delta_{n'}) + N_{шR}(n, k), \qquad (1)$$

$$Z_{In}(k) \approx \sum_{n'=0}^{N-1}\sum_{k'=0}^{K-1}\left(A_{Rn'}q_{In'}(k') + A_{In'}q_{Rn'}(k')\right) \cdot \theta(n, n', k, k', \delta_{n'}) + N_{шI}(n, k), \qquad (2)$$

где, $\theta(n, n', k, k', \delta_{n'}) = \begin{cases} 1, & \text{при } (n'-n)K + k' - k = 0, \\ \delta_{n'} \cdot \frac{-1^{(n'-n)K+k'-k}}{(n'-n)K+k'-k}, & \text{при } (n'-n)K + k' - k \neq 0. \end{cases}$

Соотношения (1) – (2) определяют квадратурные отсчеты, формируемые на выходе блока корреляторов после обработки произвольного такта OFDM сигнала. Можно видеть, что они подвержены влиянию замираний и ICI, порождаемых доплеровскими сдвигами.

<u>На втором этапе</u>, был проведен синтез алгоритма настройки параметров эквалайзера, на базе полученных выше ML-оценок квадратурных составляющих ICI. Соответствующее ему правило компенсации (восстановления квадратурных компонент OFDM сигнала) имеет вид:

$$\hat{\vec{q}}_{2NK} = \left(F^T_{2NKx2NK}F_{2NKx2NK}\right)^{-1}F^T_{2KNx2KN}\vec{Z}_{2NK},$$

где $\vec{Z}_{2NK} = \left(\overrightarrow{Z_R}^T, \overrightarrow{Z_I}^T\right)^T$ – исходные искаженные наблюдения в виде квадратурных компонент,

$$F_{2NKx2NK} = S_{2NKx2NK} + T_{2NKx2NK}\begin{bmatrix}\theta^*_{NKxNK} & 0_{NKxNK}\\ 0_{NKxNK} & \theta^*_{NKxNK}\end{bmatrix},$$

$$S_{2NKx2NK} = \begin{bmatrix}\Phi_{RNKxNK} & -\Phi_{INKxNK}\\ \Phi_{INKxNK} & \Phi_{RNKxNK}\end{bmatrix},$$

$$\Phi_{RNKxNK} = \mathrm{diag}\left(\underbrace{A_{R0}, A_{R0}, \dots, A_{R0}}_{K}, \underbrace{A_{R1}, A_{R1}, \dots, A_{R1}}_{K}, \dots, \underbrace{A_{R(N-1)}, A_{R(N-1)}, \dots, A_{R(N-1)}}_{K}\right),$$

$$\Phi_{INKxNK} = \mathrm{diag}\left(\underbrace{A_{I0}, A_{I0}, \dots, A_{I0}}_{K}, \underbrace{A_{I1}, A_{I1}, \dots, A_{I1}}_{K}, \dots, \underbrace{A_{I(N-1)}, A_{I(N-1)}, \dots, A_{I(N-1)}}_{K}\right)-$$

диагональные матрицы, составленные из настроенных параметров $\overrightarrow{A_R}$, $\overrightarrow{A_I}$,

$$T_{2NKx2NK} = \begin{bmatrix}\Gamma_{RNKxNK} & -\Gamma_{INKxNK}\\ \Gamma_{INKxNK} & \Gamma_{RNKxNK}\end{bmatrix},$$

$$\Gamma_{RNKxNK} = \mathrm{diag}\left(\underbrace{B_{R0}, B_{R0}, \dots, B_{R0}}_{K}, \underbrace{B_{R1}, B_{R1}, \dots, B_{R1}}_{K}, \dots, \underbrace{B_{R(N-1)}, B_{R(N-1)}, \dots, B_{R(N-1)}}_{K}\right),$$

$$\Gamma_{INKxNK} = \mathrm{diag}\left(\underbrace{B_{I0}, B_{I0}, \dots, B_{I0}}_{K}, \underbrace{B_{I1}, B_{I1}, \dots, B_{I1}}_{K}, \dots, \underbrace{B_{I(N-1)}, B_{I(N-1)}, \dots, B_{I(N-1)}}_{K}\right)-$$

диагональные матрицы, составленные из настроенных параметров $\overrightarrow{B_R}$, $\overrightarrow{B_I}$,

$$\theta^*_{NKxNK} = \{\theta^*(0,0,l,l')\}_{\substack{l=1,NK\\ l'=1,NK}}, \theta^*(0,0,l,l') = \begin{cases} 0, & \text{при } l = l',\\ \frac{(-1)^{l'-l}}{l'-l}, & \text{при } l \neq l'.\end{cases},$$

0_{NKxNK} – нулевая матрица размером NK×NK.

<u>На третьем этапе</u> с помощью моделирования проведена проверка эффективности работы полученного алгоритма. При этом испытания показали возможность поднять порог скоростей перемещений абонентов в 2-2,5 раза. Конкретно, для стандарта LTE в диапазоне 2,6 ГГц предельная скорость движения без деградации качества работы увеличилась от 120 до 300 км/ч.

Другим вариантом пользы от эквалайзера оказалась возможность увеличить в 2-2,5 раз верхнюю границу частотного диапазона при сохранении и ограничений на скорость перемещения абонентов.

Литература

1. Sesia S., Toufik I., Baker M., LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice, John Wiley & Sons, Ltd., Publication, – 2011.
2. Technical Requirements for Air Interface of SCDMA Wideband Radio Access Network System/ Industry Standard for Communications in PRC, Issued by MIIT of PRC, – 2009.

МНОГОФАКТОРНАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ АБОНЕНТОВ В МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Д. А. Резинин,
Московский технический университет связи и информатики,
аспирант,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: mexxess@gmail.com
А. О. Шорин,
Московский технический университет связи и информатики,
аспирант,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8 А,
e-mail: as@nirit.org

УДК 621.391

Аннотация. Рассмотрен круг задач, возникающих при создании имитационной модели работы абонентов в сотовой сети. Для моделирования работы абонентов в выделенной соте сети мобильных абонентов предложена модификация технологии сетей Петри, которая состоит в том, что самые динамичные процессы, связанные с потоками входа/выхода абонентов в соту/из соты моделировались путем точной имитации с использованием привязываемых к фишкам полей «точных» моментов входа/выхода.

Ключевые слова: имитационная модель, абоненты, сота, сеть сотовой связи, сети Петри, Пуассоновский поток.

MULTI-FACTOR SIMULATION OF MOBILE SUBSCRIBER SERVICE IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

Daniel Rezinin,
Moscow technical university of communications and informatics,
graduate student,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A
e-mail: mexxess@gmail.com
Alexander Shorin,
Moscow technical university of communications and informatics,
graduate student,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: as@nirit.org

Annotation. A scope of issues is considered that are be addressed while creating a simulation model of subscribers communicating in a cellular network. To simulate the operation of subscribers in a separate cell of the mobile network a modification of the Petri-network technology is proposed that is based on the principle where the most dynamic processes related to the streams of subscribers entering/leaving the cell were modelled by way of an accurate simulation using the fields of “exact” moments of entering/leaving that are bound to the tokens.

Keywords: simulation model, subscribers, cell, cellular network, Petri networks, Poissonian stream.

При создании имитационной модели работы абонентов в сети сотовой связи возникает довольно обширный круг задач, относящихся к различным областям. Значительная их часть относится к разработке адекватных вероятностно-статистических методов генерации состояний и переходов. Другая – к программному формированию статистик заданных законов и сбору результатов.

Модель, как таковую, составляют алгоритм и программа моделирования процессов появления в зоне/ухода из соты мобильных абонентов, периодического занятия ресурсов связи, поддерживаемых сотой, а также возможного попадания в область «радиотени», вследствие чего может происходить преждевременный разрыв с потерей радиосоединений.

Поскольку состояния отдельного абонента сотовой сети, находящегося в зоне обслуживания рассматриваемой соты, составляют конечное множество$\{P_i\}, i = 0,1, \dots, N-1$, на котором задан направленный граф допустимых переходов $\{T_{ij}\}, i, j \in [0,1, \dots, N-1]$, то для описания динамического поведения абонентов в соте можно воспользоваться математическим аппаратом сетей Петри [1].

Но непосредственному применению указанного аппарата мешает одно технологическое обстоятельство. Оно состоит в том, что процессы, связанные с описанием поведения абонента, имеют значительно различающиеся скорости. Установка устойчивых состояний по разным характеристикам происходит за интервалы времени, различающиеся на несколько порядков. Это значительно усложняет процесс моделирования. Попытка выделить элементарный квант времени, ориентируясь на самый быстрый процесс (поток входящих абонентов в зону ~ 10–30 единиц/с), приводит к огромным выборкам, необходимым для сбора представительных данных о статистических параметрах медленных процессов («дыхание» количества абонентов в соте, определяемое средним временем пребывания отдельного абонента в ней ~ (1–2) *1000 секунд для пешего потока в макросоте).

В результате исследования данной проблемы, для моделирования работы абонентов в выделенной соте сети мобильных абонентов была предложена модификация технологии сетей Петри, которая состоит в том, что самые динамичные процессы, связанные с потоками входа/выхода абонентов в соту/из соты моделировались путем точной имитации, с использованием привязываемых к фишкам полей «точных» моментов входа/выхода. В результате самые быстрые процессы были исключены из процедуры настройки временного шага моделирования. Вычислительная сложность обработки на шаге при этом возросла незначительно, а сам шаг удалось увеличить более чем на порядок. В итоге скорость расчетов увеличилась 50–75 раз, и анализ работы сот удалось производить за приемлемое время на обычном персональном компьютере.

Литература

1. Джеймс Питерсон. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с.

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОТЕРЬ СОЕДИНЕНИЙ (ω) В СЕТЯХ С OFDM СИГНАЛАМИ ОТ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ АБОНЕНТОВ (v).

А. О. Шорин,
Московский технический университет связи и информатики,
аспирант,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8 А,
e-mail: as@nirit.org

УДК 621.391

Аннотация. Получены аналитические соотношения, устанавливающие связь между интенсивностью потока потерь соединений в системах подвижной связи с сигналами OFDM и скоростью перемещения абонентов. Установлено, что самой высокой степени деградации подвержены линии с более сложными видами модуляции (QAM-64). Показано, что при использовании более простых видов модуляции, например, QPSK, влияние движения остается умеренным.

Ключевые слова: интенсивность потока соединений, системы подвижной связи, сигналы OFDM, скорость передвижения, абонент, Марковский процесс.

EVALUATION OF THE FUNCTION OF SPECIFIC CONNECTION-LOSS RATE (ω) IN NETWORKS WITH OFDM SIGNALS VERSUS MOBILE SUBSCRIBERS' MOVEMENT SPEED (v)

Alexander Shorin,
Moscow technical university of communications and informatics,
graduate student,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: as@nirit.org

Annotation. Analytical relationships were obtained that establish a connection between the stream of the connection loss in mobile communication systems using OFDM signals and he subscribers' movement speed. It was found that the lines using more complicated modulation types (QAM-64) were subject to the maximum degree of degradation. It is shown that the movement impact remains moderate when more common modulation types are used.

Keywords: intensity of connections' stream**,** mobile communication systems, OFDM signals, movement speed, subscriber, Markovian process.

Для того, чтобы связать интенсивность потока потерь соединений с уровнем сигнала на приеме воспользуемся методикой, предложенной Стратоновичем Р. Л. в монографии [1], (формула (10.43)). Она основана на выведенном соотношении, связывающем вероятность выбросов (или, что эквивалентно, интенсивность потока выбросов) за порог со стационарной плотностью распределения Марковского процесса, которая бы наблюдалась без указанного порога:

$$\frac{1}{\lambda_0} = \frac{2}{K}\int_{x_1}^{b}\frac{dx'}{w_{ст}(x')}\ , \qquad (1)$$

где,

λ_0 – параметр, задающий вероятность выброса за порог x_1 Марковского процесса x(t), $w_{ст}(x')$ – стационарное распределение Марковского процесса x(t), K – коэффициент диффузии Марковского процесса x(t), b – точка в области аргумента с наибольшими значениями $w_{ст}(x')$, обычно в качестве таковой выбирают аргумент моды. В (1) сохранены оригинальные обозначения [1].

В сетях мобильных абонентов потеря соединения происходит в случае возникновения замираний, приводящих к провалу уровня принимаемого сигнала ниже критического порога:

$$P_s < H^2 \cdot P_{N+I},$$

где,

P_s – уровень, полезного сигнала на приеме, P_{N+I} – уровень собственных шумов и помех, H – пороговое значение амплитуды, ниже которого прием сигнала становится невозможным. Рабочие характеристики современных приемных систем с исправлением ошибок таковы, что полная деградация происходит практически одномоментно при переходе точки критического уровня, задаваемой порогом H. Указанный уровень достаточно точно определяется видом модуляции (QPSK, QAM-16, QAM-64 – для сетей 4G) и информационной скоростью кодеков, исправляющих ошибки (наиболее распространены скорости R=1/4, 1/3, ½, ¾, 1). Замирания сигнала обычно считают подчиняющимися логонормальному или обобщенному Релеевскому (хи-2 распределение) законам. Именно эти законы мы должны при расчете интенсивности по (1) использовать в качестве стационарного распределения $w_{ст}(x')$.

$$w_{ст}(x) = \frac{x^{2N_L-1}(2N_L-1)^{2N_L}}{2^{N_L-1}(N_L-1)!}\exp\left(-\frac{2N_L-1}{2}x^2\right)$$ – Релеевский с N_L – лучами;

$$w_{ст}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{dB}}\exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma_{dB}^2}\right)$$ - логонормальный с сигмой замираний σ_{dB}.

В приведенных законах произведена нормировка так, чтобы аргумент моды равнялся 1. То есть, наиболее вероятный уровень сигнала принят за единичный. Нужно заметить, что в случае Релеевских замираний закон связан с амплитудой сигнала, а в логонормальном варианте распределение описывает поведение уровня сигнала в логарифмическом представлении через шкалу децибелов.

Автором установлено, что при модуляции QPSK проявляется высокая устойчивость к перемещению абонентов. Только начиная со скоростей 100 м/с (авиационные) наблюдаются заметные увеличения потока отказов, которые можно охарактеризовать через эффективное уменьшение сигнал/шум примерно на 2,5 дБ. В случае модуляции QAM-16 линия связи проявляет большую чувствительность к движению абонента. На скоростях 100 м/с вообще нельзя будет организовать связь. Потери в эффективном сигнал/шум заметны на скорости 50 м/с и составляют около 2,5 дБ. Самую высокую чувствительность к перемещению абонентов демонстрируют линии с модуляцией QAM-64. Для них нельзя организовать связь при скоростях выше 35 м/с. Это соответствует экспериментальным данным для абонентов LTE в поездах САПСАН, которые показали, что они пропадают, начиная со скоростей 120-130

км/час. И даже при скоростях 30 м/с, увеличение интенсивности потока обрывов соединений становится очень существенным. В эффективном отношении сигнал/шум потери составляют около 4 дБ.

Литература

1. Стратонович Р. Л. Избранные вопросы теории флюктуаций в радиотехнике. – М.: Советское радио, 1961. – 558 с.

СЕКЦИЯ II. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕНИ СОЕДИНЕНИЯ И ОБЪЁМА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

А. С. Аджемов,
Московский технический университет связи и информатики,
профессор, д. т. н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: mtuci@mtuci.ru,
Б. П. Хромой,
Московский технический университет связи и информатики,
профессор, д. т. н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail:P_khromoy@rambler.ru
М. С. Лохвицкий,
Московский технический университет связи и информатики,
заместитель директора института повышения квалификации, к.т.н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: msl2@mtuci2.ru

УДК 621.395.2

Аннотация. Решение задачи обеспечения точности измерений является достаточно сложным. Сложность решения определялась не отсутствием необходимых средств измерений, а их большим количеством. Несмотря на отмеченные трудности реализации закона «О единстве измерений» отечественные производители успешно решили вопрос оценки информационных услуг. К числу средств измерений данного назначения можно отнести прибор «Вектор–ИКИ» (ООО «Трилайн»).

Ключевые слова: единство измерений, государственный первичный эталон, информационные услуги, точность измерения, связь.

OF ASSURANCE OF MEASUREMENT DURATION AND THE AMOUNT OF INFORMATION IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

Artem Adjemov,
Moscow technical university of communications and informatics,
professor, doctor of technical sciences,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: mtuci@mtuci.ru,
Boris Khromoy,
Moscow technical university of communications and informatics,
professor, doctor of technical sciences,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: P_khromoy@rambler.ru
Mikhail Lokhvitskiy,
Moscow technical university of communications and informatics,

vice director of advance training telecommunications institute, p. h. d.
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: msl2@mtuci2.ru

Annotation. Solution to ensure accurate measurement of the problem is quite complicated. The complexity is determined not by the lack of the necessary measuring instruments and their large number. Despite these difficulties the implementation of the law "On the Unity of Measurements" domestic manufacturers successfully resolved the issue of evaluation of information services. Among the means of measurements of the destination device may include "Vector -IKI" ("Treeline " LLC).

Keywords: unity of measurements, state primary standard volume units, information services, accurate measurement, communication.

В 2008 г. в России был принят Федеральный закон № 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений" [1]. В целях реализации Федерального закона приказом Минпромторга 17 июня 2009 г. № 529 была утверждена «Стратегия обеспечения единства измерений в России до 2015 г.». Под стратегией обеспечения единства измерений в России понимается комплекс целевых программ, проектов и мероприятий организационного, правового, экономического, научно-технического и информационного характера.

Рассматривая результаты реализации задач принятой стратегии, следует отметить следующие важные достижения, имеющие отношение к технике связи. За период 2009-2014 гг. в РФ было принято шесть новых первичных, государственных эталонов, имеющих прямое отношение к инфокоммуникационным технологиям. В том числе Государственный первичный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

Новые государственные эталоны позволили решить вопрос обеспечения единства измерений при учете объемов оказанных услуг электросвязи операторами связи. Эта задача имела технические и юридические аспекты.

Решение задачи обеспечения точности измерений является достаточно сложным. Сложность решения определялась не отсутствием необходимых средств измерений, а их большим количеством. Несмотря на отмеченные трудности реализации закона «О единстве измерений» отечественные производители успешно решили вопрос оценки информационных услуг. К числу средств измерений данного назначения можно отнести прибор «Вектор–ИКИ» (ООО «Трилайн»).

«Вектор-ИКИ» решает ряд задач без физического контакта с контролируемым оборудованием связи. К числу решаемых задач следует отнести осуществление Государственного надзора за соблюдением операторами электросвязи правильности тарификации при оказании услуг связи, выполнение первичной и периодической и поверки, и калибровки оборудования связи как средств измерений, испытания оборудования связи для целей подтверждения соответствия и сертификации в системе «Связь».

Кроме перечисленных задач, «Вектор-ИКИ» обеспечивает контроль точности привязки системного времени оборудования связи к шкале координированного времени UTC(SU) и испытания оборудования связи с целью утверждения типа средств измерений и внесения в Государственный реестр средств измерений.

В соответствии с перечисленными возможностями «Вектор-ИКИ» предназначен для испытаний и поверки оборудования связи, обеспечивающего учет объёма передаваемой /принимаемой информации и длительности сеанса связи при предоставлении услуг пакетной передачи информации по протоколу-IP и доступа в сеть Интернет. В том числе: технических устройств связи с измерительными функциями; оборудования измерения объёмов передаваемой и принимаемой информации по протоколу-IP.

«Вектор-ИКИ» обеспечивает: измерение времени начала и конца передачи информации по IP протоколу при поверке систем измерения объёмов информации; измерение объёмов переданной и полученной информации в направлениях «вверх» и «вниз»; измерение объёмов повреждённых пакетов.

Для выполнения данных функций «Вектор-ИКИ» выполняет следующие функции: формирование пакетов различной длины для передачи объёма информации по IP-протоколу; передачу тестируемого объёма информации по IP-протоколу на эталонный сервер; измерение тестируемого объёма информации полученного от эталонного сервера по IP-протоколу; привязку к географическим координатам месторасположения «Вектора-ИКИ» и его место стыка со взаимоувязанной сетью связи.

Файлы-эталоны объемов «Вектор-ИКИ» адаптированы под требования НТД, регламентирующих испытания технических средств с целью утверждения типа средств измерений и проведения их поверки (калибровки). Объём эталонных файлов зависит от среды передачи данных и поверяемого оборудования. Полностью автоматический режим работы создает удобства в работе специалистов и позволяет получить объективные результаты измерений, так как исключает возможность вмешательства человека в процесс измерений.

Литература

1. Федеральный закон РФ №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (от 26 июня 2008).

СЕКЦИЯ III. РЕГУЛЯТОРНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ И ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА РАЗВИТИЕ РЫНКА УСЛУГ И ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

Е. Е. Володина,
Московский технический университет связи и информатики,
профессор кафедры «Экономика связи», к. э. н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: evolodina@list.ru
Е. Е. Девяткин,
ФГУП НИИР,
руководитель лаборатории научно-технического центра (RTC) анализа электромагнитной совместимости, к. э. н.,
105064, Москва, ул. Казакова, д. 16,
e-mail: deugene@list.ru
М. Е. Девяткина,
Московский технический университет связи и информатики,
аспирант кафедры «Экономика связи» МТУСИ
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А.

УДК 621.39

Аннотация. Проведен анализ влияния научно-технического прогресса на изменение структуры рынка услуг сотовой подвижной связи и конечные показатели деятельности операторов. Дана характеристика технических параметров стандартов сотовой подвижной связи и потребительских свойств услуг в их эволюционном развитии. Предложен ряд показателей оценки эффективности использования РЧС через экономические показатели деятельности оператора, загрузку производственных мощностей и потребительские свойства услуг сотовой подвижной связи.

Ключевые слова: научно-технический прогресс, стандарты сотовой подвижной связи, радиочастотный спектр, рынок, услуги, показатели эффективности.

IMPACT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS ON DEVELOPMENT OF COMMUNICATION-SERVICE MARKET AND ON BUSINESS INDICATORS OF OPERATORS OF CELLULAR MOBILE COMMUNICATION NETWORKS

Elena Volodina,
Moscow technical university of communications and informatics,
professor of "Communication Economics", Ph.D.,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: evolodina@list.ru
Evgeniy Devyatkin,
NIIR FSUE,

the Head of the laboratory Research
and technology Center (RTC) of EMC
Analysis, Ph.D.,
105064, Moscow, Kazakova str, 16,
e-mail: deugene@list.ru
Mariya Devyatkina,
Moscow technical university of communications and informatics,
graduate student of "Communication Economics",
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A.

Annotation. Impact of the scientific and technological progress on the modification of the structure of the mobile cellular service market and on the final indicators of operators' activity was analyzed. Technical parameters of cellular communication standards and consumer qualities for these services were described in their evolutionary development. A number of indicators were proposed to assess the usage efficiency of radio-frequency systems through the economic indicators of operator's activity, the utilization of production capacities and the consumer qualities of services of cellular mobile communication systems.

Keywords: scientific and technological progress, cellular mobile communication standards, radio-frequency spectrum, market, services, efficiency indicators.

Важнейшую роль достижения НТП выполняют в развитии такой наукоемкой отрасли как инфокоммуникации (ИК), которые развиваются как единое целое информационных и телекоммуникационных технологий. Все научно-технические достижения, которые применяются для создания новых и совершенствования действующих технических и вычислительных средств, сетей связи, способствуют появлению новых систем связи, информационных технологий и обеспечивают более полное удовлетворение потребностей различных потребителей инфокоммуникационных услуг.

Особенностью развития сетей сотовой подвижной связи (СПС) является постоянная и продолжительная эволюция технических возможностей сетей связи, а также совершенствование стандартов радиодоступа. Существующие сети СПС отличаются используемым радиоинтерфейсом и протоколами взаимодействия в сети. Авторами дана характеристика технических параметров стандартов сотовой подвижной связи и потребительских свойств услуг в их эволюционном развитии.

Незаменимым производственным ресурсом при эксплуатации сетей сотовой подвижной связи является радиочастотный спектр (РЧС). В силу ограниченности РЧС в настоящее время в рамках эффективности новых технологий особое внимание уделяется вопросам эффективности (экономичности) его использования. Для оценки экономической эффективности использования РЧС, предлагается учитывать экономические показатели деятельности оператора СПС, загрузку производственных мощностей и потребительские свойства услуг СПС [1].

Исходя из этого, оценка эффективности использования РЧС различными радио-технологиями может проводиться на основе расчета четырех показателей [2,3]:

1. Число абонентов в сети оператора, приходящихся на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенного оператору в регионе для конкретной технологии (поколения).

2. Доходы оператора сети подвижной связи n-го поколения за год, приходящиеся на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенного оператору в конкретном регионе.

3. Скорость передачи данных в сети подвижной связи n-го поколения на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенному оператору в регионе.

4. Средняя пропускная способность (ёмкость) одной ячейки подвижной связи n-го поколения.

Представленные показатели были рассчитаны для радиотехнологий четырех поколений подвижной связи, а полученные диаграммы для наглядной оценки помещены на одном рисунке (рис. 1).

Анализ полученных диаграмм по разработанной методике позволяет сделать вывод о том, что каждое последующее поколение подвижной связи предлагает более высокую емкость сети. Площадь четырехугольника условно отражает эффективность использования РЧС каждой технологией подвижной связи, таким образом, каждая последующая технология предлагает не только увеличенное количество сервисов и услуг, но и демонстрирует более бережное и эффективное использование природного ресурса РЧС.

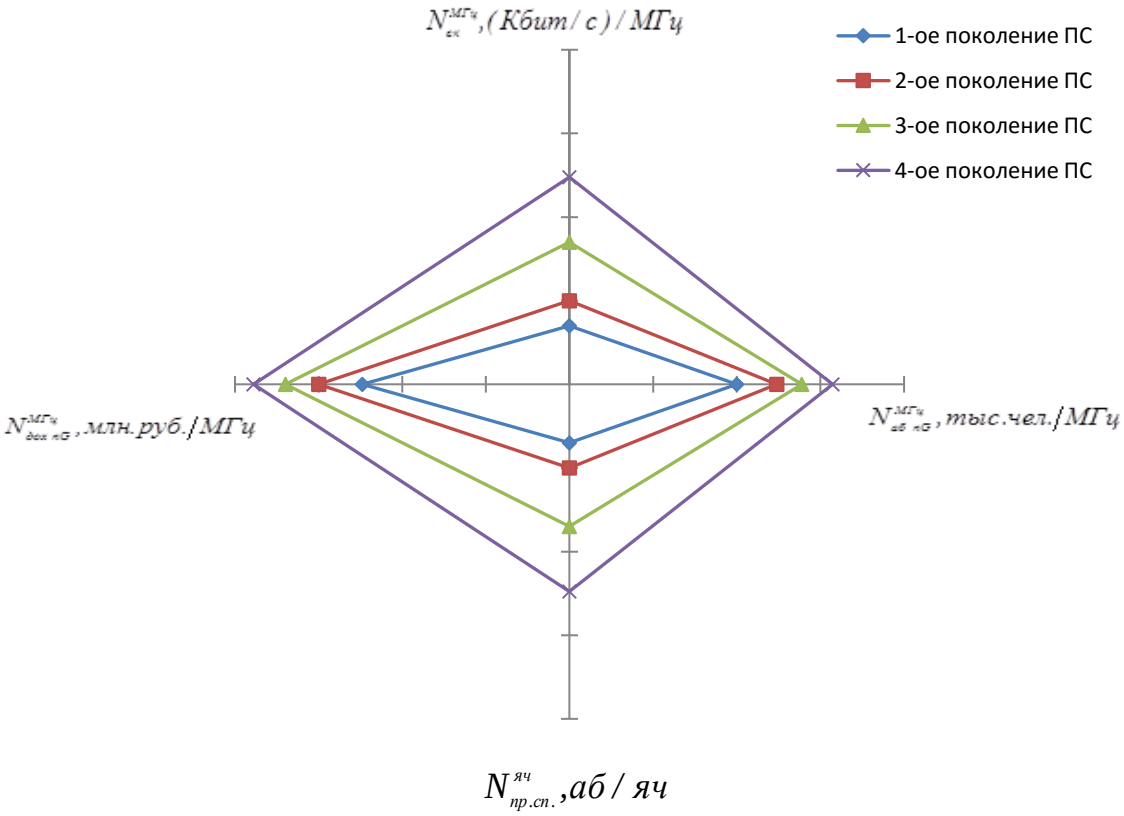

Рисунок 1.

Литература

1. Веерпалу В. Э., Володина Е. Е., Девяткин Е. Е. Цифровая революция как залог эффективного развития экономики страны// Сборник Трудов НИИР, 2010. – № 3.
2. Веерпалу В.Э., Володина Е. Е., Девяткин Е.Е. Развитие широкополосных систем связи как условие создания информационного общества// Журнал Электросвязь, 2010. – №12
3. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Экономическая эффективность использования РЧС операторами подвижной связи// Журнал Электросвязь, 2008. – №1.

АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Е. Е. Володина,
Московский технический университет связи и информатики,
профессор кафедры «Экономика связи», к. э. н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: evolodina@list.ru
Е. Е. Девяткин,
ФГУП НИИР,
руководитель лаборатории научно-технического центра (RTC) анализа электромагнитной совместимости, к. э. н.,
105064, Москва, ул. Казакова, д. 16,
e-mail: deugene@list.ru

УДК 351/354

Аннотация. Отмечено увеличение потребностей в радиочастотном спектре, являющимся в настоящее время дефицитным производственным ресурсом. Проведен анализ административно-правовых мер в области управления радиочастотным спектром, нацеленных на эффективность его использования и заключающихся в возможности реализации совместной эксплуатации существующей инфраструктуры связи и частотного ресурса различными операторами. Рассмотрены направления дальнейшей административной деятельности по либерализации управления спектром.

Ключевые слова: радиочастотный спектр, административные мероприятия, эффективность использования радиочастотного спектра, совместное использование, перспективное планирование.

ADMINISTRATIVE AND LEGAL MATTERS IN DEVELOPMENT OF MODERN RADIO TECHNOLOGIES IN RUSSIA

Elena Volodina,
Moscow technical university of communications and informatics,
professor of "Communication Economics", Ph.D.,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: evolodina@list.ru
Evgeniy Devyatkin,
NIIR FSUE,
the Head of the laboratory Research and technology Center (RTC) of EMC Analysis, Ph.D.,
105064, Moscow, Kazakova str, 16,
e-mail: deugene@list.ru

Annotation. Increase was noted in demand for radio frequency spectrum that, at present, is a scare productive resource. Analysis was carried out of the administrative and legal measures in the matters of radio frequency spectrum management aimed at the efficiency of the spectrum use and

consisting in the possibility to ensure a joint implementation of the existing telecommunication infrastructure and frequency resource by various operators. Consideration was given to further administrative activity in liberalizing the spectrum management.

Keywords: radio frequency spectrum, administrative measures, efficiency of radio frequency spectrum use, joint use, long-term planning.

Нарастающие темпы развития технологий подвижной связи и беспроводного широкополосного доступа в Интернет обуславливают увеличение потребностей в РЧС и все более интенсивное его использование, являющегося в настоящее время дефицитным ресурсом. По официальным оценкам в России потребность в РЧС для систем подвижной связи к 2020 г. составит 1065 МГц, что примерно на 35% больше выделенного в настоящее время [1].

Запланированные администрацией связи мероприятия по развитию перспективных радиотехнологий уже позволяют и в дальнейшем позволят посредством организационно-технических и нормативно-правовых мер расширить возможности использования РЧС и повысить эффективность экономической деятельности операторов связи в целом. Для удовлетворения потребностей государства, рынка и граждан в РЧС Минкомсвязи России еще два года назад был предложен комплекс мероприятий.

Совместное использование инфраструктуры связи

Ключевой задачей дальнейшего развития перспективных радиотехнологий на территории Российской Федерации в период влияния неблагоприятной внутренней и внешней экономической конъюнктуры является переход к модели устойчивого экономического роста путем снижения капитальных и эксплуатационных затрат операторов связи за счет совместного использования инфраструктуры электросвязи и радиочастотного спектра [1-5].

До 2008 г. российские операторы подвижной связи строили свои сети самостоятельно, размещая вышки и базовые станции в одних и тех же местах. Но в посткризисный период 2008 г. операторы связи начали заключать соглашения о совместном использовании инфраструктуры связи. Это позволяло им сократить капитальные расходы на 30-40% и ускорить запуск сетей в не охваченных сотовой связью районах.

Постановление Правительства РФ от 27 ноября 2014 г. № 1252 «О внесении изменений в Правила регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств» теперь позволяет зарегистрировать радиоэлектронное средство (РЭС) или высокочастотное устройство на двух и более операторов связи. То есть, были сняты все ограничения на совместное использование сети радиодоступа (RAN) на территории РФ.

Таким образом, операторы связи получают возможность строить сеть LTE в местах, ранее не привлекательных для строительства в одиночку, а также обеспечить отличное покрытие за счет большого выбора площадок для базовых станций.

Совместное использование РЧС

Дальнейшее улучшение покрытия сетями подвижной связи возможно за счет совместного использования РЧС, которое позволит операторам объединять имеющиеся у них полосы радиочастот и тем самым увеличивать пропускную способность сетей связи.

С 1 октября 2015 г. операторы могут совместно использовать радиочастотный спектр для развития сетей связи стандарта LTE в следующих диапазонах: 791-820 МГц и 832-861

МГц, 890-915 МГц и 935-960 МГц, 1710-1785 МГц и 1805-1880 МГц, 2570-2620 МГц, 2500-2570 МГц и 2620-2690 МГц.

Это стало возможным благодаря решению ГКРЧ № 15-33-06-2 от 30.06.2015 г., которое для совместного использования полос радиочастот позволяет выделить РЧС для сетей связи стандарта LTE без оформления отдельных решений ГКРЧ [6] и решению ГКРЧ № 15-34-01 от 29 июля 2015 г. (протокол №15-34), которое внесло изменения в Порядок проведения экспертизы [7], в соответствии с которым операторы могут подать заявку на совместное использование радиочастот.

Перспективы внедрения принципа технологической нейтральности

Для развития сетей беспроводного ШПД Минкомсвязи России продолжает распространение принципа технологической нейтральности при использовании радиочастотного спектра.

После вступления в силу принципа технологической нейтральности к концу 2014 г. было переоформлено 39 лицензий на оказание услуг подвижной радиотелефонной связи на территории 77 субъектов Российской Федерации. А в начале 2015 г. уже в 19 субъектах Российской Федерации появился новый стандарт связи LTE. Всего лишь за год в пять раз выросло количество базовых станций LTE – с 7 тыс. до 37 тыс. [8].

В перспективе технологическая нейтральность будет применена для диапазона 2100 МГц (примеры использования LTE в этих частотах есть в мировой практике), а также участках спектра выше 3 ГГц, которые сегодня используются для сетей фиксированного доступа.

Перспективы внедрения технологии «когнитивного радио»

Одним из способов повышения эффективности использования РЧС является использование технологий, основанных на принципах когнитивного радио и радиоустройств с программируемыми параметрами.

На сегодняшний день эксперименты и тестирование систем когнитивного радио были проведены в ряде стран (США, Великобритания, Сингапур и другие). Наряду с положительными результатами, подтверждающими правильность принятых технологических решений, остаются сомнения по поводу возможности широкого применения этой технологии.

В России, в период с 2010 г. по 2014 г., также проводились работы по анализу перспектив внедрения устройств и сетей когнитивной радиосвязи. Проведенные исследования показали, что применение устройств и сетей когнитивной радиосвязи в России является перспективным с точки зрения решения проблем обеспечения широкополосным доступом (ШПД) к сети Интернет и услугами телевизионного вещания в регионах со слабой инфраструктурой связи и малой плотностью населения.

В настоящее время в Российской Федерации разработана концепция внедрения сетей связи, использующих технологию «когнитивного радио». Требования к работе сетей связи, работающих по принципу когнитивного радио, будут несколько отличаться от требований, предъявляемых к аналогичным системам в США и странах Европы. В частности, должна учитываться специфика совместного использования полос частот, предполагаемых для развития когнитивного радио, РЭС гражданского и специального назначения.

Проведенный анализ проводимых административно-правовых мер указывает на наличие еще не использованных или недостаточно используемых резервов, заключающихся в возможности реализации эффективных и, в тоже время, мало затратных способов

эксплуатации существующей инфраструктуры связи и частотного ресурса. Необходимым условием для достижения этих целей, в большинстве случаев, является разработка и совершенствование соответствующей нормативной правовой базы, обеспечивающей более эффективное использование радиочастотного спектра и не дискриминационный доступ к инфраструктуре электросвязи.

Литература

1. Интернет URL http://minsvyaz.ru/ru/events/30172/
2. План мероприятий «Развитие конкуренции в сфере электросвязи», утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 2014 г. № 130-р (вх. 3594, пункт 9).
3. «Государственная программа Российской Федерации "Информационное общество (2011-2020 гг.)», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 313.
4. Поручение заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А. В. Дворковича от 19 сентября 2013 г. № АД-П10-6722.
5. План деятельности Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации на период 2013-2018 годов, утвержденного Приказом Минкомсвязи России от 9 сентября 2013 г. № 242.
6. Интернет URL http://minsvyaz.ru/ru/events/33531/
7. Порядок проведения экспертизы возможности использования заявленных радиоэлектронных средств и их электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования радиоэлектронными средствами, рассмотрения материалов и принятия решений о присвоении (назначении) радиочастот или радиочастотных каналов в пределах выделенных полос радиочастот, утвержденный решением ГКРЧ от 20 декабря 2011 г. № 11-13-02.
8. Интернет URL http://minsvyaz.ru/ru/events/32718/

НЕКОТОРЫЕ РАЗМЫШЛЕНИЯ ПО ИТОГАМ ПЕРВОГО В РОССИИ АУКЦИОНА ПО ПРОДАЖЕ ЛИЦЕНЗИЙ НА ОКАЗАНИЕ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЧАСТНОГО СПЕКТРА

Е. Е. Володина,
Московский технический университет связи и информатики,
профессор кафедры «Экономика связи», к. э. н.,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А,
e-mail: evolodina@list.ru
С. В. Юшков,
ООО «НСТТ»,
директор по правовым вопросам,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а, стр 5,
e-mail: usv_06@mail.ru

УДК 34.01

Аннотация. В октябре 2015 г. Роскомнадзором обнародованы официальные результаты первого в истории РФ аукциона по продаже лицензий на оказание услуг с использованием радиочастотного спектра (далее – аукцион). На торги были выставлены радиочастоты в диапазоне 1800 МГц. В данной статье авторами проведен анализ итогов прошедшего аукциона. Приведено описание и дан анализ предмета торгов, процедуры их проведения, условий, налагаемых на победителя, с правовой точки зрения.

Ключевые слова: аукцион, радиочастотный спектр, лицензия на оказание услуг связи, предмет торгов, законодательство.

SOME THOUGHTS ON FIRST RUSSIAN SPECTRUM AUCTION

Elena Volodina,
Moscow technical university of communications and informatics,
professor of "Communication Economics", Ph.D.,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A,
e-mail: evolodina@list.ru
Sergey Yushkov,
LLC “NXTT»,
director of Legal Affairs,
111024, Moscow, Aviamotornaya St., 8A, 5,
e-mail: usv_06@mail.ru

Annotation. In October 2015 the government published the official results of the first spectrum auction in Russian history. It was used to sell frequencies in 1800 MHz band. The authors give an analysis of the results of the auction. They give description and analysis of lots sold, auction procedure, conditions for winner from the law point of view.

Keywords: auction, spectrum, license, lot, legal framework.

В октябре 2015 г. Роскомнадзором обнародованы официальные результаты первого в истории России электронного аукциона на радиочастоты в диапазоне 1800 МГц. [1].

На радиочастотном аукционе разыгрывалось 10 лотов общей начальной стоимостью в 1,033 млрд руб. Конечная совокупная цена составила 6,282 млрд руб.

По Самарской области итоговая цена лота превысила начальную в 9,7 раза (со 101,2 млн руб. поднялась до 1,082 млрд руб.), по Оренбургской области – в 7,8 раза (с 66,7 млн до 587 млн руб.).

Все операторы связи – победители первого в России открытого электронного аукциона на право использования радиочастот в диапазонах 1710-1785 МГц и 1805-1880 МГц, перечислили денежные средства за выигранные лоты в установленный срок.

Как в любом новом деле возникли и, наверное, ещё будут возникать вопросы к формальной стороне этих торгов, и в частности к предмету торгов (что продали) и насколько процедура торгов соответствует законодательным канонам (как продали).

Вопрос о лицензионных условиях

Лицензионные условия использования такого ограниченного экономического блага и природного ресурса как радиочастотный спектр, при предоставлении на торгах права на оказание услуг связи с использованием спектра, должны включать: определение конкретных радиотехнологий (соблюдено), оказание услуг связи с заданным качеством (не соблюдено), определенному числу потенциальных абонентов (не соблюдено), соответствующей сети связи (соблюдено).

Из условий проведения аукциона как минимум, следует вывод, что на аукционе проданы отдельные лоты на «некондиционный» ресурс (полосы радиочастот менее 10 МГц) с непонятными правовыми последствиями, как с точки зрения качества оказываемых услуг, так и с точки зрения последующей ежегодной платы за его использование.

Вопрос о составе участников аукциона

Пунктом 3 решения ГКРЧ от 13 октября 2014 г. № 14-27-031 установлено, что список лиц, допущенных к участию в Торгах за лоты №5, №7 и №8 должен быть ограничен операторами связи, обладающими лицензиями для оказания услуг связи в полосах радиочастот 1710-1785 МГц и 1805-1880 МГц, 1920-1980 МГц и 2110-2170 МГц на соответствующей лоту территории субъекта Российской Федерации.

Такое условие (о наличии аналогичной лицензии), во-первых, противоречит как общим положениям административного лицензионного регулирования, установленным Федеральным законом от 04.05.2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности», Федеральным законом «О связи» [2], так и требованиям законодательства о связи и о конкуренции, поскольку ограничивает число возможных участников аукциона и не обеспечивает на территории Российской Федерации организациям связи, независимо от форм собственности, равные условия конкуренции.

Вопрос о сроке действия лицензии.

Формой заявки установлено, что срок, в течение которого предполагается осуществлять деятельность в области оказания услуг связи не может превышать 10 лет. В то же время по смыслу слова «форма» оно не может содержать условие о сроке. Федеральным законом «О связи» установлено (ст.33) [2], что лицензия может быть выдана на срок от трех до двадцати пяти лет.

Решением ГКРЧ от 13 октября 2014 г. № 14-27-03 (пункт 6) установлен срок выделения полосы радиочастот в 10 лет. Следовательно, исходя из принципа правовой определенности,

лицензионные условия аукциона должны содержать срок действия лицензии, предоставляемой по его итогам.

Литература

1. Интернет URL http://rkn.gov.ru/tender/communication/p797/
2. Федеральный закон «О связи»