

# ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Каримова Г.Т., Исмаилов Б.И., Каримов Б.Т.*  
*Институт Электроники и Телекоммуникаций при КГТУ им. И. Раззакова*  
[k.gulpeace@gmail.com](mailto:k.gulpeace@gmail.com)

## A REVIEW OF USE REMOTE SENSING AND GIS METHODS TO DETECT LAND USE AND LAND COVER CHANGE

*Karimova G.T., Ismailov B.I., Karimov B.T.*  
*Institute of Electronics and Telecommunications*  
[k.gulpeace@gmail.com](mailto:k.gulpeace@gmail.com)

*В данной статье показаны результаты обзора и анализа применения существующих методов и технологий выявления изменений почвенно-растительного покрова и землепользования по результатам изучения научных работ и статей зарубежных ученых.*

*This article shows the results of review and analysis of the existing methods application and technologies to detect of changes in land cover and land use base on the results of scientific works and articles study of foreign scientists.*

Изменение почвенно-растительного покрова является процессом выявления разницы в состоянии объекта или природного явления, наблюдением его в разные периоды времени. Точное и своевременное выявление изменений на земной поверхности обеспечивает лучшее понимание взаимосвязей и взаимодействий человека и природных явлений, что может в дальнейшем обеспечить устойчивое управление природными ресурсами [1]. Одним из возможностей исследования в этой области является построение временных рядов из данных дистанционного зондирования, отражающих динамику изменений почвенно-растительного покрова и землепользования [2]. Современные ГИС –технологии и методы обработки данных дистанционного зондирования стали эффективным инструментом для решения такого рода задач. Дистанционное зондирование способно обнаруживать изменения на земной поверхности с помощью космических сенсоров [3]. Повторяющиеся съемки земной поверхности и их совершенствование оказывают ценную помощь в выявлении изменений [4]. Временные и пространственные разрешения позволяют ученым отслеживать и обнаруживать изменения в широком масштабе, в результате полученная информация помогает проводить мониторинг сельскохозяйственных угодий, оценку масштаба стихийных бедствий и экологическую ситуацию, отслеживание и планирование населенных пунктов [5]. Географическая информационная система - это полезный инструмент визуализации для извлечения нужной информации об изменении на определенной площади, которая дает возможность проводить классификацию изображений,

готовить топографические, почвенные и гидрологические карты измеряя разницу между двумя или более периодов времени. Представляется широкий спектр методов и технологий дистанционного зондирования, которые используются для выявления изменений в землепользовании и растительного покрова и в данной статье дается обзор и сравнительный анализ данных методов, таких как метод нахождения разницы между двумя снимками, нахождения отношения снимков двух периодов, анализ вектора изменений, анализ главных компонент, метод хи-квадрата, постклассификационные сравнения, дерево решений, искусственные нейронные сети, а также анализ точности, который может показывать тот или иной метод.

### 1. Метод нахождения разности между снимками

Установление разницы между снимками двух периодов времени, также в литературе называется как метод дельта. Это простой, легкий в использовании метод реализации и интерпретации обнаружения изменений. Он делит значение пикселей изображения двух снимков, в результате которого получаем разностное изображение. Данный метод не всегда может дать точную информацию в силу различных шумов. Как правило он используется при анализе одного канала многоканального спектрального снимка. В работе Т. Сохла при анализе ландшафта Абу Даби (ОАЭ) с использованием снимков Landsat Thematic Mapper (TM) используется улучшенный метод разницы двух снимков и разностный вегетационный метод, которые дали наиболее точную количественную информацию, по сравнению с другими методами, однако анализ вектора изменений дал больше качественную информацию и детали о характере изменений, чего не смог дать предыдущий метод. В таблице 1 показаны методы и их применения.

Таблица 1

Применение	Наиболее часто используемые методы	Прим.
Изменения почвенно-растительного покрова/землепользования	Метод нахождения разности между снимками, отношение снимков двух периодов времени, нормализованный вегетационный индекс (NDVI), анализ вектора изменений, анализ главных компонент, метод хи-квадрата, постклассификационный анализ, гибридный метод изменений, дерево решений, искусственные нейронные сети	[21,22,26, 31,33-41]
Урбанистические изменения	Метод нахождения разности между снимками, метод хи-квадрата, постклассификационный анализ, гибридный метод изменений, анализ главных компонент, ГИС, метод совмещения изображений (Image Fusion)	[26,42-44]
Изменения в окружающей среде	Метод нахождения разности между снимками, нормализованный вегетационный индекс (NDVI), анализ вектора изменений, постклассификационный анализ, искусственные нейронные сети	[30,38,45]
Изменения растительного покрова	Метод нахождения разности между снимками, нормализованный вегетационный индекс (NDVI), анализ вектора изменений, постклассификационный анализ	[46-48]
Ландшафтные изменения	Постклассификационный анализ, ГИС	[49-51]
Обезлесение	Метод нахождения разности между снимками, постклассификационный анализ, анализ главных компонент, нормализованный вегетационный индекс (NDVI)	[52-54]
Изменение водно-болотных угодий	Постклассификационный анализ, ГИС	[55-57]

### 2. Анализ вектора изменений

Анализ вектора изменений может показать как направление изменения так и его магнитуду. Общее значение магнитуды на пиксель ( $CM_{pixel}$ ) может быть вычислена путем определения Евклидова расстояния между конечными точками в n-размерном пространстве:

$$CM_{pixel} = \sum_{i=1}^n (X_2 - X_1)^2 \quad (1)$$

где  $X_2$  и  $X_1$  – значение пикселей снимка 2 и 1,  $i$  – канал.

Метод вектора изменений трудноват в реализации, но он обеспечивает информацией об изменении. Данный метод встречается в исследованиях Чоппмана и Тайлера, для мониторинга изменений Чернобыльской атомной электростанции. Метод был в состоянии выделить ряд явлений, в том числе здания и земляные работы, колебания уровня воды, изменения сельскохозяйственного покрова и прибрежной растительности. Кроме того, изменение векторов были постоянны в обоих изображениях. Аллен и Купфер использовали метод анализа вектора изменений для изучения елово-пихтовых экосистем. Результаты, полученные при использовании метода показали, что возможным стало получение данных о нарушениях в растительном мире леса, а также возможность наблюдать тенденции регенерации растительного покрова.

### 3. Метод анализа главных компонент

Метод анализа главных компонент также в различных научных работах известен, как собственный вектор преобразования, преобразование Хотеллинга и Карунена (Karhunen) используется для снижения размерности набора данных. В общем, многомерном случае, процесс выделения главных компонент происходит так:

1. Ищется центр облака данных, и туда переносится новое начало координат - это нулевая главная компонента (PC0)
2. Выбирается направление максимального изменения данных - это первая главная компонента (PC1)
3. Если данные описаны не полностью (шум велик), то выбирается еще одно направление (PC2) - перпендикулярное к первому, так чтобы описать оставшееся изменение в данных и т.д.

Расчет вариативной и ковариативной матриц многоканальных снимков выражается как:

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - M)(X_j - M)^T}{n-1}, \quad (2)$$

где  $M$  среднее значение многоканального снимка и  $X$  вектор значений отдельных пикселей соответственно,  $n$ -количество пикселей.

Недостатки данного метода могут быть сгруппированы по трем вопросам: 1) метод требует выбор порогового значения для определения изменения; 2) полученные в результате снимки трудно интерпретировать и отмечать; и 3) он не обеспечивает полную матрицу класса изменений. Например, Баронти (Baronti) и Карла (Carla) применяют метод анализа главных компонент (АГК) для изучения изменений на снимках, полученных с помощью разновременных поляриметрических радиолокаторов с синтезированной апертурой (SAR). Они использовали корреляцию вместо ковариационной матрицы преобразования, чтобы уменьшить вариации, которые вводятся в систему визуализации и дают вес для каждой поляризации. В другом примере, Лю и Нишияма использовали для сравнения в своих исследованиях четыре методики, в том числе разностный снимок, отношение снимков двух периодов времени, регрессивный анализ снимков, анализ главных компонент с математической точки зрения. Они заключили, что стандартизированный метод главных компонент имеет наилучшие показатели для выявления изменений.

### 4. Нейронные сети

Основное применение нейросетевого метода является классификация земного покрова. Нейронные сети обеспечивают адаптивный и устойчивый подход к анализу и обобщению информации, который не требует априорных знаний о статическом распределении данных. Этапами построения нейронных сетей является 1) выбор типа (архитектуры сети), 2) обучение сети. В своих работах А. Шелестов, Е. Насуро, С. Скакун использовали следующие парадигмы как многослойный перцептрон, обучение методом обратного распространения ошибки, нейронная сеть, основанная на теории адаптивного резонанса для оценки биоразнообразия. Анализируя результаты проведенных экспериментов видно, что для разных классов наилучший результат достигался разными методами. Это объясняется авторами сложностью входных данных и сложными свойствами разделимости. В среднем по всей выборке наилучший результат дает многослойный перцептрон, обученный методом EDBD. Кроме того, обучение этим методом занимает значительно меньше времени, по сравнению с другими методами.

### Выводы

Таким образом, не существует универсального метода для решения проблем выявления изменения почвенно-растительного покрова и землепользования. Каждый метод может применяться в зависимости от типа решаемой задачи, а также от ряда других факторов таких как, разрешение сенсора, атмосферные шумы, особенности района исследования. В одних случаях одни методы зарекомендовали себя как мощный инструмент с наиболее точной информацией, чем другие. К примеру, нормализованный вегетационный индекс является более эффективным для мониторинга изменений сельскохозяйственных угодий и бытросрастущей урбанизации. А при использовании анализа главных компонент основной задачей является - извлечение из полученных снимков, данных с нужной нам информацией. Данные могут содержать нужную нам информацию, они даже могут быть избыточными. Однако, в некоторых случаях, информации в данных может не быть совсем. Размерность данных - число образцов и переменных - имеет большое значение для успешной добычи информации. Лишних данных не бывает - лучше, когда их много, чем мало. На практике это означает, что если получен спектр какого-то образца, то не нужно выбрасывать все точки, кроме нескольких характерных длин волн, а использовать их все, или, по крайней мере, значительный кусок.

Данные всегда (или почти всегда) содержат в себе нежелательную составляющую, называемую шумом. Природа этого шума может быть различной, но, во многих случаях, шум - это та часть данных, которая не содержит искомой информации. Что считать шумом, а что - информацией, всегда решается с учетом поставленных целей и методов, используемых для ее достижения.

Литература

1. A. Singh, "Review Article Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data," *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 10, No. 6, 1989, pp. 989-1003. doi:10.1080/01431168908903939
2. D. Lu, et al., "Change Detection Techniques," *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, No. 12, 2004, pp. 2365-2401. doi:10.1080/0143116031000139863
3. T. Ramachandra and U. Kumar, "Geographic Resources Decision Support System for Land Use, Land Cover Dynamics Analysis," *Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference*, Bangkok, September 2004.
4. J. R. E. Jensen, "Urban/Suburban Land Use Analysis," *American Society of Photogrammetry*, Falls Church, Virginia, Vol. 2, 1983, pp. 1571-1666.
5. J. Rogan and D. M. Chen, "Remote Sensing Technology for Mapping and Monitoring Land-Cover and Land-Use Change," *Progress in Planning*, Vol. 61, No. 4, 2004, pp. 301-325. doi:10.1016/S0305-9006(03)00066-7
6. E. Brondizio, et al., "Land Use Change in the Amazon Estuary: Patterns of Caboclo Settlement and Landscape Management," *Human Ecology*, Vol. 22, No. 3, 1994, pp. 249-278. doi:10.1007/BF02168853
7. T. Kuemmerle, et al., "Cross-Border Comparison of Land Cover and Landscape Pattern in Eastern Europe Using a Hybrid Classification Technique," *Remote Sensing of Environment*, Vol. 103, No. 4, 2006, pp. 449-464. doi:10.1016/j.rse.2006.04.015
8. R. Pelorosso, et al., "Land Cover and Land Use Change in the Italian Central Apennines: A Comparison of Assessment Methods," *Applied Geography*, Vol. 29, No. 1, 2009, pp. 35-48. doi:10.1016/j.apgeog.2008.07.003
9. R. B. Thapa and Y. Murayama, "Urban Mapping, Accuracy, & Image Classification: A Comparison of Multiple Approaches in Tsukuba City, Japan," *Applied Geography*, Vol. 29, No. 1, 2009, pp. 135-144. doi:10.1016/j.apgeog.2008.08.001
10. W. Z. Michalak, "GIS in Land Use Change Analysis: Integration of Remotely Sensed Data into GIS," *Applied Geography*, Vol. 13, No. 1, 1993, pp. 28-44. doi:10.1016/0143-6228(93)90078-F
11. Q. Weng, "A Remote Sensing GIS Evaluation of Urban Expansion and Its Impact on Surface Temperature in the Zhujiang Delta, China," *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, No. 10, 2001, pp. 1999-2014.
12. J. Rogan, et al., "Integrating GIS and Remotely Sensed Data for Mapping Forest Disturbance and Change," In: M. A. Wulder and S. E. Franklin, Eds., *Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern: Remote Sensing and GIS Approaches*, 2007, pp. 133-171.
13. D. A. Mouat, et al., "Remote Sensing Techniques in the Analysis of Change Detection," *Geocarto International*, Vol. 8, No. 2, 1993, pp. 39-50. doi:10.1080/10106049309354407
14. P. Deer, "Digital Change Detection Techniques in Remote Sensing," DTIC Document, 1995.
15. J. R. Jensen, "Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective," In: K. C. Clarke, Ed., 3rd Edition, Prentice Hall, The United States of America, 2005.
16. D. M. Muchoney and B. N. Haack, "Change Detection for Monitoring Forest Defoliation," *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 60, No. 10, 1994, pp. 1243-1251.
17. С.В. Пушкарский, Е.Ю. Корнейчук, И.И. Виноградов "Нейротехнологический подход к автоматизированному распознаванию наземных объектов по данным космических систем дистанционного зондирования земли" *Труды СПИИРАН*. 2013. Вып. 6(29). ISSN 2078-9181 (печ.), ISSN 2078-9599 (онлайн) SPIIRAS Proceedings. 2013. Issue 6(29). ISSN 2078-9181 (print), ISSN 2078-9599 (online)
18. Л.Е. Назаров, И.Л. Букатова Применение многослойных нейронных сетей для классификации земных объектов на основе анализа данных дистанционного зондирования
19. Андрей Шелестов, Екатерина Насуро, Сергей Скакун "Оценка биоразнообразия с использованием нейронных сетей" *International Conference «Knowledge-Dialogue-Solutions» 2007*

**РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Бекташов Ч.А.; Нурматов Б.Н.*  
*Государственное агентство связи при Правительстве Кыргызской Республики,*  
*Бишкек, Кыргызская Республика*  
*Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова,*  
*Бишкек, Кыргызской Республика*

**DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE KYRGYZ REPUBLIC**

*Bektaшов Ch.A.; Nurmatov BN*  
*State Communications Agency under the Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic*  
*Institute of Electronics and Telecommunications, Bishkek, Kyrgyz Republic*

*В данной работе рассмотрен единый системный подход к развитию сферы телекоммуникаций в Кыргызской Республике, что позволит заложить основы дальнейшей деятельности государства в области комплексного развития отрасли. Определены цели и основные направления развития отрасли «связи», а также механизмы и способы достижения поставленных целей. Настоящая работа предназначена для определения стратегии развития систем сотовой подвижной связи общего пользования в Кыргызской Республике с целью удовлетворения различных категорий потребителей современным набором услуг связи от базовых (речь, факсимильные сообщения, низкоскоростные данные) до высокоскоростных услуг мультимедиа.*

*На основе анализа состояния и тенденций развития рынка услуг подвижной связи в мире и в Кыргызской Республике определены способы удовлетворения потребностей в этих услугах посредством развития существующих и создания новых сетей.*

**1. Мировые тенденции развития телекоммуникационных технологий.**

Сегодня во всем мире растет осознание колоссальных преимуществ, которые дают развитие и распространение телекоммуникационных технологий. Телекоммуникационные услуги касаются всех направлений жизни и деятельности современного общества - науки, образования и культуры, экономического и социального развития, эффективности функционирования государственных структур и институтов гражданского общества. Информационно-коммуникационных технологий становятся одним из ведущих в сфере услуг, и его удельный вес в структуре ВВП большинства государств из года в год стремительно повышается.

В условиях нового тысячелетия от развития телекоммуникационной сферы в немалой степени зависит социально-экономическое развитие Кыргызской Республики, в этой связи уровень развития отрасли связи в Кыргызской Республике представляет особый интерес.

Расширение возможностей широкого внедрения новых прогрессивных беспроводных технологий связи в значительной степени зависит от эффективного использования радиочастотного спектра.

Растущее число пользователей телекоммуникационными услугами и, соответственно, потребность в увеличении ширины полосы частот является одними из основных факторов, влияющих на развитие технологий мобильной связи, широкополосного беспроводного доступа и в целом телекоммуникационных систем в ближайшем будущем. Необходимо заметить, что при прочих равных условиях (диапазон, ширина полосы частот, разнос сот и т.д.) именно спектральная эффективность той или иной технологии является тем параметром, от которого зависит обеспечение наибольшего количества пользователей телекоммуникационными услугами, в частности услугами сетей мобильной и беспроводной связи.

В настоящее время в Кыргызской Республике более 100 операторов имеющих лицензию на право оказания услуг сотовой связи и передачи данных, работающие на стандартах GSM 900/1800, CDMA, DAMPS, WCDMA, Wi-Fi, Wimax, Lte, которые уже развернуты и оказывают услуги голосовой связи и передачи данных по всей территории нашей республики. Отдельно необходимо отметить, что такие сети как Wi-Fi, Wimax, Lte задействованы в основном в областных центрах и крупных городах республики.

Таким образом, сети второго поколения развивались в направлении, обеспечивающем предоставление услуг массового спроса, на основе которого созданы сети третьего поколения и создаются сети четвертого поколения.

Появление более совершенных технологий модуляции сигналов поставило под сомнение правильность выбранного пути в сетях мобильной связи на совершенствование технологий CDMA. Основной причиной стал проигрыш сигналов технологии CDMA в спектральной эффективности по сравнению с сигналами с ортогональным частотным разделением OFDMA. Потому Партнерский проект 3GPP и ETSI приступили к разработке новой версии системы UMTS(E-UTRAN), получившего название Release 8. Успехи исполь-

зования новой технологии модуляции и доступа OFDMA, существенно повысившей спектральную эффективность систем WiMAX (IEEE 802.16e) заставило обратить на нее пристальное внимание специалистов Международного Союза электросвязи (МСЭ) и в 2007 г. в состав семейства радиointерфейсов 3G был внесен OFDMA, получивший обозначение IMT Advanced.

Спектральная эффективность системы мобильной связи представляет собой показатель, вычисляемый как отношение скорости (в бит/с) передаваемых данных на 1 Гц используемой полосы частот (бит/с/Гц). Эта величина характеризует скорость передачи информации в заданной полосе частот. Спектральная эффективность оказывает огромное влияние на эффективность использования частотного ресурса, выделенного сети и качество услуг (QoS).

Повышение спектральной эффективности технологии LTE в сетях мобильной связи следующего поколения позволяет:

- снизить расходы за использование выделенного диапазона частот,
- уменьшить затраты на приобретение, установку, электропитание и обслуживание базовых станций,
- увеличить емкость сети посредством расширения соты, что в свою очередь повышает пропускную способность всей системы в целом и напрямую влияет на качество обслуживания конечных пользователей, особенно в условиях города.

Однако с ростом спектральной эффективности систем мобильной связи повышается общая стоимость ее компонентов и увеличивается вероятность возникновения ошибок при передаче данных. Оптимальное соотношение между указанными параметрами является одним из наиболее актуальных вопросов для операторов сотовой связи и производителей оборудования.

На начало сентября 2013 г. в 81 стране мира насчитывалось 213 коммерческих сетей LTE, к 2017 г. прогнозируется рост до 400 сетей в 120 странах мира. Число абонентов, как ожидается, вырастет со 100 млн в мае 2013 г. до 900 млн к концу 2017 г.



На долю 5 стран (США, Канада, Япония, Южная Корея, Австралия) пришлось около 90% LTE-подключений. Крупнейший в мире LTE-оператор Verizon Wireless обслуживал в конце 3 квартала 2013 г. в США около 36 млн 4G-подключений, в тройку лидеров по абонентской базе входят также японский оператор NTT DoCoMo (более 20 млн LTE-подключений) и SK Telecom (Южная Корея) с 11 млн LTE-абонентов.

Оператор	Страна	Млн	Дата
Verizon Wireless	США	36,0	3Q2013
NTT DoCoMo	Япония	20,4	2Q2013
AT&T Mobility	США	17,2	2Q2013

По оценке IHS iSuppli, в 2012 г. общие затраты операторов на LTE-инфраструктуру оценивались в \$8,7 млрд, в 2013 г., по прогнозам, увеличатся до \$24,3 млрд, а в 2015 г. - до \$36,1 млрд.



Одним из средств «мягкого» перехода на новую технологию мобильной связи, которое позволяет наиболее рационально использовать имеющиеся ресурсы, является применение концепции самоорганизующихся сетей (SON, Self Operation Network). SON позволяют сократить OPEX и CAPEX за счет автоматизации процессов: конфигурации базовых станций, оптимизации и восстановления сети. В России элементы SON внедрены на коммерческой сети Yota Networks.

Сети LTE позволят внедрить ряд перспективных приложений, которые затруднительны или даже невозможны на сетях предыдущих поколений – «расширенные мультимедийные услуги» (Rich Communication Service, RCS), широкоэмитательное потоковое вещание eMBMS, LTE-Direct, приложения в сфере общественной безопасности и прочее.

Вместе с тем, для вывода таких приложений на рынок его участникам предстоит решить ряд принципиальных вопросов. В частности, для эффективного запуска RCS (бренд Joyn) операторам предстоит обеспечить RCS-интерконнект (это удалось сделать испанским операторам Vodafone, Telefonica и Orange) - для того, чтобы услугой могли воспользоваться абоненты всех операторов. Более сложная задача – убедить ключевых производителей устройств обеспечить поддержку RCS на смартфонах. Всего в мире RCS запустили 16 операторов, еще 67 публично анонсировали намерение о запуске этого сервиса. В феврале 2013 г. южнокорейский оператор SK Telecom заявлял об 1 млн пользователей Joyn спустя 50 дней после запуска услуги.

Либерализация большинства национальных рынков связи, сделавшая возможной конкуренцию на этих рынках, а также взрывной характер развития услуг доступа в Интернет привели к резкому повышению объема данных, циркулирующих в глобальных сетях и заставили операторов пересмотреть основы своей стратегии развития в отношении систем передачи. С вводом в эксплуатацию систем третьего поколения и четвертого поколения, производители оборудования выпустили на рынок персональные мультимедийные коммуникаторы (планшеты), которые позволяют использовать информационные и коммуникационные ресурсы Интернет в полном объеме и тем самым сделать процесс конвергенции сетей и услуг реальным для конечного пользователя.

Два упомянутых выше фактора в совокупности привели к возникновению нового явления - конвергенции сетей и услуг. Она подразумевает слияние в одно целое множества различных сетей - телефонной сети общего пользования, сетей передачи данных, распределительных сетей радиовещания и телевидения, сети Интернет и корпоративных сетей, - и множества различных услуг, включая услуги связи и информационные услуги в произвольных сочетаниях в виде мультимедиа.

## 2. Конвергенция сетей и услуг в Кыргызской Республике.

В Кыргызской Республике процесс конвергенции должен коснуться прежде всего компании, которые смогут ввести на своих сетях режим передачи информации с коммутацией пакетов. Это обеспечит возможность предоставления пользователям множества дополнительных услуг и разного рода приложений, которые недоступны операторам с традиционной инфраструктурой, основанной на коммутации каналов.

Введение пакетной коммутации в сетях подвижной связи будет содействовать развитию в Кыргызской Республике так называемых "вертикальных рынков". На «вертикальных рынках» могут быть востребованы следующие услуги:

- обслуживание банкоматов;
- обслуживание пунктов продаж товаров и услуг;
- обслуживание потребностей коммунального хозяйства;
- удаленный мониторинг всевозможных промышленных датчиков; .
- контроль перевозок;
- обеспечение функций охраны;
- обеспечение оперативных нужд органов охраны порядка, служб экстренной помощи, аварийных служб.

С момента появления и до сегодняшнего дня сети беспроводной связи прошли большой путь развития; появились новые типы пользовательских устройств – смартфоны и планшеты. Возможности, которые открывают беспроводные технологии сегодня, уже давно вышли за рамки голосовых услуг, создавая новые способы общения, обмена данными и бизнес-модели. Распространение устройств привело к экспоненциальному росту трафика в сетях по всему миру. Однако это только начало той революции, которой способствует активное развитие технологий, соединяющих общество. С развитием беспроводных сетей и их адаптацией к новым типам устройств и услуг – от интеллектуальных электросчетчиков, автомобилей и подключенных бытовых приборов до промышленных объектов – к ним выдвигаются новые и самые разнообразные требования. В этой связи, подход «одна технология для всех» вряд ли может быть эффективным для обеспечения растущего числа разнообразных потребностей со стороны бизнеса, общества и отдельных пользователей. Технологии продолжают свое развитие в направлении к более высокой производительности и всё большему числу возможностей. В дополнение к существующим технологиям радиодоступа, появятся также новые технологии (доселе неизвестные), которые позволят решать те задачи, которые решить с помощью 3G/4G невозможно. Прозрачная интеграция существующих и новых технологий будет способствовать повышению качества пользовательского опыта и появлению целого ряда новых услуг.

Основные требования, предъявляемые пользователями к сетям широкополосного доступа (ШПД), прежде всего, касаются производительности. Развитие современных сетей стремится к тому, чтобы в будущем доступ к данным осуществлялся мгновенно, а оказание услуг происходило без задержек и не прерыва-

лось из-за надежности связи. Роль ШПД для общества и бизнеса неуклонно растет и, зачастую, надежная связь может стать вопросом жизни и смерти, особенно если речь идет об обеспечении надежного подключения для работы медицинских и спасательных служб.

Стремительно увеличивается количество подключенных устройств. Общая тенденция такова, что в конечном итоге будет подключено всё, что может выиграть от подключения к сети, начиная от светофоров, бытовой техники до автомобилей, медицинского оборудования и систем электроснабжения. Это открывает неограниченные возможности для людей, бизнеса и общества. Обеспечение такого рода подключений – задача, которую предстоит решить технологиям будущего.

Новый же импульс в своем развитии радиорелейная связь получила с развитием новых технологий связи, таких, как сотовая связь – мобильная и WLL, различных технологий радиодоступа для передачи данных и др. Именно эти технологии, требующие строительства огромного числа базовых станций и точек доступа, широко используют радиорелейную связь, как одно из самых эффективных (в части стоимости и скорости разворачивания) средств доставки трафика – к каждой базовой станции ВОЛС не проложишь. Экспертами здесь прогнозируется дальнейший рост значения и применений радиорелейной связи, особенно в свете развития широкополосного беспроводного доступа, происходящего в последнее время, в том числе на базе технологии WiMAX. Достаточно отметить, что сегодня, по данным исследовательского агентства Viant Strategies, у операторов мобильной связи сосредоточено более 70% всех приемопередатчиков радиорелейной связи в мире.

По данным Эрикссон, сегодня базовые станции шести из десяти сетей GSM соединяются с помощью микроволновых систем, а релейные линии связи обеспечивают передачу трафика базовых станций магистральным сетям и узлам коммутации.

При анализе перспектив и рекомендации по использованию радиочастотного спектра (РЧС) и внедрению новых технологий/стандартов радиосвязи и вещании необходимо отталкиваться от ранее используемых условий и технических характеристик радиоэлектронных средств (РЭС).

Повышение эффективности использования частотного ресурса диапазона стало одним из самых важных требований к аппаратуре РРЛ. Наступает время, когда и у нас бурный рост радиосвязи вплотную сталкивается с острым дефицитом частотного ресурса.

Сегодня практически все производители радиорелейного оборудования обеспечивают в своей продукции множество новых возможностей, обеспечивающих высокую пропускную способность, гибкость и универсальность, возможность передавать как TDM- так и IP-трафик, масштабируемость, интеграцию с PDH/SDH-проводными системами передачи, минимизацию габаритов и энергопотребления. Кроме того, современное радиорелейное оборудование имеет эффективные системы управления, позволяющие осуществлять удаленный контроль, диагностику и мониторинг, динамическое управление трафиком, кроме того, обеспечиваются возможности миграции и апгрейда оборудования только за счет замены программного обеспечения.

Кроме того, компанию к разработке радиорелейного оборудования нового поколения подталкивает и сама ситуация, складывающаяся сегодня на рынке. Большие площади покрытия и рост числа абонентов, наряду с появлением новых сервисов требуют от сотовых операторов значительного увеличения пропускной способности каналов связи. Особенно это относится к сетям третьего поколения с новыми типами передаваемого трафика, включая высокочастотные мультимедийные приложения.

В виду этого, для гармоничного распределения РЧС между всеми пользователями:

- приоритетной должна быть тенденция освоения более высокой части радиочастотного спектра, а применительно к Кыргызстану – более полное освоение диапазона выше 40 ГГц для станций фиксированной службы, а также интенсивное освоение всех диапазонов выше 70 ГГц;

- использовать полосу частот 8,5 - 15,350 ГГц для эксплуатации РРЛ не ниже 10 км, ориентируясь в основном на магистральные линии связи большой протяженности.

#### Литература

1. Ким. А.В., Тихвинский В.О. Новый мобильный горизонт: итоги MWC-13// Электросвязь.-2013.-№3. - С. 2-4
2. Тихвинский В.О., Архипкин В.Я. LTE World Summit – 2013: на пути к 5G// Электросвязь.-2013.-№7. - С. 34-36
3. Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года // [www.rg.ru/pril/63/14/41/2227\\_strategia.doc](http://www.rg.ru/pril/63/14/41/2227_strategia.doc)
4. Shahram G. Niri. Toward 5G //LTE World Summit 2013. 5G Innovation Centre, University of Surrey. — June 2013.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОЛОС ЧАСТОТ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
ПОДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ В ЦЕЛЯХ СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ ПРИМЕНЕНИЙ  
НАЗЕМНОЙ ПОДВИЖНОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ**

*Джылышбаев У.Н.*

*Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова,  
Бишкек, Кыргызская Республика*

**IDENTIFICATION OF ADDITIONAL FREQUENCY BANDS FOR INTERNATIONAL MOBILE  
TELECOMMUNICATIONS IN ORDER TO PROMOTE THE USE MOBILE BROADBAND**

*Dzhylyshbaev U.N.*

*Kyrgyz State Technical University named by I. Razzakov Bishkek, Kyrgyz Republic*

*Основной целью данной статьи является определение таких полос частот, которые могли бы быть использованы для развертывания сетей мобильного широкополосного доступа, в том числе на основе стандартов ИМТ. При этом преследуется задача поиска таких полос частот, использование которых может быть гармонизировано среди большого числа государств на региональном или глобальном уровне.*

Развитие сетей сотовой подвижной связи, а в настоящее время и их эволюция к сетям мобильного широкополосного доступа, сопряжено с увеличением объемов передаваемой информации и необходимостью выделения полос частот. Для обеспечения глобального роуминга и массового производства оборудования в рамках Сектора радиосвязи Международного союза электросвязи была создана концепция идентификации полос частот для систем ИМТ, дополнительно отмечающая полосы частот, выделенные подвижной службе (ПС), для внедрения сетей сотовой связи. На протяжении последних 20 лет почти каждая вторая Всемирная Конференция Радиосвязи (ВКР) содержала пункт по идентификации полос частот для систем ИМТ. В частности для Района 1 было идентифицировано от 885 МГц до 1085 МГц.

- ВКР-92 определила полосы 1885–2025 МГц и 2110–2200 МГц;  
- ВКР-2000 определила полосы 880–960 МГц, 1710–1885 МГц, 2500–2690 МГц;  
- ВКР-07 определила полосы 450–470, 790–862 МГц, 2300–2400 МГц, а также в ряде стран 3400–3600 МГц.

Область сотовой подвижной связи продолжает бурно развиваться и было принято решение рассмотреть выделение дополнительных полос частот ПС и идентификацию полос частот на ВКР 2015 года, с учетом повышенной заинтересованности в полосах частот ниже 3 ГГц, но при этом не исключалось рассмотрение полос частот и выше 3 ГГц для удовлетворения возрастающих потребностей для мобильной передачи данных.

Основной целью ВКР 2015 года по данному вопросу является определение таких полос частот, которые могли бы быть использованы для развертывания сетей мобильного широкополосного доступа, в том числе на основе стандартов ИМТ. При этом преследуется задача поиска таких полос частот, использование которых может быть гармонизировано среди большого числа государств на региональном или глобальном уровне.

Выделяется три основных аспекта исследований по данному вопросу на ВКР 2015 г.:

- исследовать потребности в дополнительном спектре, учитывая развитие технологий систем ИМТ, использование уже идентифицированных полос частот и возможности оптимизации их использования;

- исследовать возможные кандидатные полосы частот, учитывая защиту существующих служб и необходимость гармонизации;

- исследовать совместное использование частот и совместимость систем ИМТ с РЭС служб, уже имеющих распределения в возможных кандидатных полосах и в соседних полосах, с учетом современного и планируемого использования этих полос существующими службами.

Помимо этого, в соответствии с Резолюцией 233 в рамках исследований сектора радиосвязи МСЭ потребностей в спектре должна также провести анализ полос частот, определенных в настоящее время для ИМТ, технических условий их использования и возможности оптимизации использования этих полос для ИМТ с целью повышения эффективности использования спектра. В рамках данного вопроса было инициировано пересмотр Рекомендации МСЭ-R М.1036 «Планы размещения частот для внедрения наземного сегмента системы Международной подвижной электросвязи ИМТ в полосах частот идентифицированных в РР» с целью оптимизации частотных планов для использования ранее не востребованных участков в полосах частот, идентифицированных для ИМТ.

Для проведения оценки дополнительных потребностей в спектре для систем ИМТ использовалась разработанная ранее методика оценки в Рекомендации МСЭ-R М.1768 с учетом ряда модификаций, предложенных для обновленной версии данной Рекомендации. В результате данных исследований было определено, что потребности в спектре для систем ИМТ к 2020 году составят от 1340 МГц до 1960 МГц в зависимости от уровня развития рынка услуг подвижной связи. Данные потребности могут быть удовлетворены за счет полос частот из подходящих диапазонов частот, включающих в себя большинство полос частот еще не идентифицированных для ИМТ в диапазоне от 410 МГц до 6425 МГц.

С учетом столь обширного перечня возможных полос частот и современного развития радиointерфейсов ИМТ-Advanced сектором радиосвязи МСЭ также инициировала процесс подготовки обновленного перечня параметров систем ИМТ для использования в исследованиях по совместимости. В частности, для систем ИМТ-2000 предполагается в конце 2014 обновить Отчет МСЭ-R М.2039 (работа над документом в РГ 5D уже завершена), а для систем ИМТ-Advanced разработан отдельный новый Отчет МСЭ-R М.2292.

Помимо потребностей в спектре для систем ИМТ пункт 1.1 повестки дня ВКР-15 также включает возможные потребности для других систем мобильного широкополосного доступа, таких как RLAN, которые разрабатываются в рамках работы РГ 5А. К настоящему времени, основываясь на Рекомендации МСЭ-R М.1651, подготовлена оценка таких потребностей, которая составила по минимальной границе 880 МГц, включая полосы частот, которые уже используются для RLAN. При этом было предложено рассматривать для распределения подвижной службы полосы частот 5350-5470 МГц и 5725-5850 МГц в качестве полос частот для внедрения систем RLAN на глобальной основе. В совокупности с другими диапазонами частот в 5 ГГц это обеспечит возможность широкого внедрения новых версий стандарта IEEE 802.11 с использованием каналов шириной 160 МГц. При этом стоит отметить, что для внедрения RLAN также рассматривается полоса частот 5850-5925 МГц, но так как данная полоса частот уже распределена подвижной службе РГ 5А сочла не нужным направлять данную полосу частот на рассмотрение в ОЦГ 4-5-6-7.

На основе полученных данных сектор радиосвязи МСЭ начало деятельность по проведению соответствующих исследований совместимости, по определению потенциальных кандидатных полос частот. По ряду полос частот и первичных служб в данных полосах частот удалось завершить работу над проектами новых отчетов МСЭ-R или поднять статус документов до предварительных проектов, но большое число исследований так и остались в виде рабочих документов.

На данный момент предложены следующие полосы частот в качестве потенциальных полос частот 470-694/698 МГц, 1 350-1 375 МГц, 1 375-1 400 МГц, 1 427-1 452 МГц, 1 452-1 492 МГц, 1 492-1 518 МГц, 1 518-1 525 МГц, 1 695-1 710 МГц, 2 700-2 900 МГц, 3 300-3 400 МГц, 3 400-3 600 МГц, 3 600-3 800 МГц, 3 800-4 200 МГц, 4 400-4 500 МГц, 4 500-4 800 МГц, 4 800-5 000 МГц, 5 350-5 470 МГц, 5 725-5 850 МГц, и 5 925 -6 425 МГц. Однако их статус в качестве потенциальных кандидатных полос частот все еще предстоит обсудить. Ряд полос частот 410-430 МГц, 1300 – 1350 МГц, 1525-1559 МГц, 1626,5-1660,5 МГц, 2025 - 2110 МГц, 2200-2290 МГц, 2900-3100 МГц, 5850-5925 МГц также обсуждались и/или исследовались в рамках исследовательских комиссий, но не предложены в качестве потенциальных кандидатных полос частот.

К настоящему времени позиции разных стран по данному вопросу следующие:

- страны Азиатско-тихоокеанское телесообщество (АРТ) не конкретизировали свою позицию по отдельным полосам частот. Однако страны АРТ в целом поддерживают выделение новых полос частот для подвижной службы и их идентификацию для ИМТ в соответствии с Резолюцией 233 (ВКР-12). При этом страны АРТ отдельно отмечают необходимость гармонизации полос частот для ИМТ, необходимость учета результатов исследований совместимости, необходимость учета потребностей систем ИМТ, других применений мобильного широкополосного доступа и действующих служб;

В настоящее время у стран Африканского союза электросвязи зафиксированы следующие предварительные мнения:

- полоса частот 470-694 МГц должна быть исключена из рассмотрения, в связи с интенсивным текущим и планируемым использованием телевидением;

- по полосе 3400-3600 МГц ожидается окончание исследований, но было отмечено, что в большом числе стран данная полоса частот уже идентифицирована для ИМТ в соответствии со статьей 5.430А РР и используется для сетей подвижной связи;

- по полосе 3600-3800 МГц ожидается окончание исследований, но было отмечено, что в полоса частот широко используется для ФСС;

- по полосе 3800-4200 МГц ожидается окончание исследований, но было отмечено, что в полоса частот широко используется для ФСС.

В настоящее время страны Арабской группы по организации спектра поддерживают проведение исследований совместимости по различным полосам частот.

Европейская конференция администраций почты и электросвязи сформировала три перечня полос частот:

- полосы частот, которые поддерживаются (1427-1452 МГц, 1452-1492 МГц, 3400-3600 МГц, 3600-3800 МГц)

- полосы частот, которые исследуются (470-694 МГц, 1350-1375 МГц, 1375-1400 МГц, 1492-1518 МГц, 2700-2900 МГц, 5350-5470 МГц, 5725-5925 МГц, 5925-6425 МГц);

- полосы частот, которые не поддерживаются (1300-1350 МГц, 1518-1525 МГц, 1695-1710 МГц, 2025-2110 МГц, 2200-2290 МГц, 2900-3100 МГц, 3300-3400 МГц, 3800-4200 МГц, 4400-5000 МГц).

На настоящий момент, странами Региональное содружество в области связи (РСС), в том числе и Кыргызской Республикой, поддерживаются распределение подвижной службе дополнительных полос частот на первичной основе и идентификацию для ИМТ с учетом оптимизации использования уже идентифицированных полос частот. К 2020 году общая потребность в спектре для систем ИМТ может быть удовлетворена для стран РСС за счет радиочастотного ресурса в объеме 1065 МГц, включая полосы уже идентифицированные для ИМТ. При этом потребности в спектре для систем ИМТ для обеспечения покрытия не превышают 220-260 МГц в диапазонах частот ниже 1,5 ГГц, включая полосы уже идентифицированные для ИМТ.

Также при определении возможности и условий распределения полос частот подвижной службе и их идентификации для ИМТ необходимо принимать во внимание необходимость защиты и развития других служб, имеющих распределение в рассматриваемых и смежных с ними полосах частот. При этом, в случае распределения полос частот подвижной службе на первичной основе и идентификации для ИМТ, а также при идентификации для ИМТ полос частот, уже имеющих распределение подвижной службе на первичной основе, не должны накладываться дополнительные ограничения на действующие службы в данных полосах частот.

РСС возражают против распределения подвижной службе на первичной основе и идентификации для ИМТ, а также против идентификации для ИМТ в полосах частот, уже имеющих распределение ПС на первичной основе, в следующих полосах частот в связи с их интенсивным использованием действующими службами и возможностью создания неприемлемых помех станциям данных служб:

- 410-430 МГц, используемой применениями ПС, отличными от ИМТ;
- 470-694 МГц, используемой РвС.
- 1300-1350 МГц, 1350-1375 МГц, используемых ВРНС в соответствии с п. 5.337 РР, РЛС и РНСС в соответствии с п. 5.337А РР;
- 1375-1400 МГц, используемой РНС в соответствии с п. 5.338 РР;
- 1427-1525 МГц, используемой воздушной телеметрией, работающей в соответствии с п. 5.342 РР и п. 4.10 РР;
- 1525-1559 МГц и 1626,5-1660,5 МГц, используемых ПСС;
- 1695-1710 МГц, используемой метеорологической спутниковой службой (космос-Земля);
- 2025-2110 МГц и 2200-2290 МГц, используемых ССИЗ, СКИ и СКЭ;
- 2700-2900 МГц, 2900-3100 МГц и 3300-3400 МГц, используемых РЛС;
- 3600-3800 МГц, 3800-4200 МГц и 4500-4800 МГц, используемых ФСС (космос-Земля);
- 4400-4500 МГц и 4800-5000 МГц, используемых ФС.

РСС возражают против глобального распределения ПС полосы частот 3400-3600 МГц на первичной основе и изменения условий распределения указанной полосы частот, установленных в п. 5.430А РР.

#### Литература

1. Певницкий, В.П. Статистические характеристики промышленных радиопомех [Текст] / В.П. Певницкий, Ю.В. Половков. – М.: Радио и связь, 1988. – 248 с.
2. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
3. Резолюция 233 «Исследования связанных с частотами вопросов Международной подвижной электросвязи и других применений наземной подвижной широкополосной связи»/ITU-R.
4. Отчет МСЭ-R М.2243 «Оценка развертывания глобальной подвижной широкополосной связи и прогнозы в отношении Международной подвижной электросвязи».
5. Рекомендация МСЭ-R М.1768 «Методика расчета потребностей в спектре для будущего развития наземного сегмента ИМТ-2000 и последующих систем».
6. Рекомендация МСЭ-R М.1651 «Метод оценки требуемого спектра для широкополосных кочевых систем беспроводного доступа, включая локальные вычислительные радиосети, использующие полосу частот 5 ГГц».
7. Маслов, О.Н. Электромагнитная безопасность радиоэлектронных средств [Текст] / О.Н. Маслов. – М.: Связь и бизнес, 2000. – 84 с.

## АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*\*И.В. Зимин, \*\*Б. Нурматов*

*\*Институт электроники и телекоммуникаций при Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, [igorzimin777@rambler.ru](mailto:igorzimin777@rambler.ru)*

*\*\*Институт электроники и телекоммуникаций при Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, [baiysh.nurmatov@gmail.com](mailto:baiysh.nurmatov@gmail.com)*

### ANALYSIS OF FIBER TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE KYRGYZ REPUBLIC

*I. Zimin, B. Nurmatov*

*\*The Institute of electronics and Telecommunication Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic, [igorzimin777@rambler.ru](mailto:igorzimin777@rambler.ru)*

*\*\*The Institute of electronics and Telecommunication Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic [baiysh.nurmatov@gmail.com](mailto:baiysh.nurmatov@gmail.com)*

*В статье приводится анализ телекоммуникационной инфраструктуры для получения объективных данных о состоянии волоконно-оптической инфраструктуры Кыргызской Республики с позиции готовности к оказанию услуг населению с применением информационно-коммуникационных оптических технологий.*

*The article analyzes the telecommunications infrastructure to obtain objective data on the status of the fiber-optic infrastructure in the Kyrgyz Republic in standby to provide services to the public with the use of information and communication optical technologies.*

**Введение.** В современном мире происходит стремительный рост информатизации общества. Это более всего проявляется в росте пропускной способности и гибкости информационных сетей. Полоса пропускания на одного пользователя увеличивается вследствие нескольких факторов. Во-первых, происходит взрыв в развитии информационных технологиях, в особенности Интернета. Во-вторых, новые сетевые приложения становятся все более объемными в отношении полосы пропускания - входят в практику разнообразные приложения Интернет, ориентированные на мультимедиа и видеоконференцсвязь [2]. В результате этого наблюдается резкий скачок в потреблении ресурсов Интернета. По оценкам средний объем потока информации на одного пользователя в мире увеличивается в 8 раз в год.

Справиться с ростом объемов передаваемой информации на уровне сетевых магистралей можно только привлекая оптическое волокно. И поставщики средств связи при построении современных информационных сетей используют волоконно-оптические кабельные системы наиболее часто. Это касается как построения протяженных телекоммуникационных магистралей, так и зонавых и местных сетей.

Оптическое волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния. Волоконная оптика, став опорой процесса информатизации общества, обеспечила себе гарантированное развитие в настоящем и будущем.

Широкое использование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в Кыргызской Республике началось примерно 10 лет назад, когда прогресс в технологии изготовления волокна позволил в горных условиях строить линии большой протяженности при относительно низкой себестоимости. Операторы связи Кыргызской Республики ведут интенсивные исследования в области волоконно-оптических технологий. К числу наиболее прогрессивных можно отнести технологию плотного волнового мультиплексирования DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), позволяющую значительно увеличить пропускную способность существующих волоконно-оптических магистралей, и крупномасштабные инсталляции волокна с ненулевой смещенной дисперсией TrueWave (Lucent Technologies) или SMF-LS (Corning), специально предназначенного для передачи DWDM сигнала.

Стремительное внедрение в информационные сети оптических линий связи является следствием преимуществ, вытекающих из особенностей распространения сигнала в оптическом волокне.

**Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий в Кыргызской Республике.** Строительство волоконно-оптических линий связи ведется в Кыргызской Республики высокими темпами. Как показывает опыт, наибольший интерес вызывают вопросы, связанные с проведением оптических измерений. Для того чтобы разобраться в измерениях, необходимо понимание специфики распространения света в одномодовых волокнах. Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий в Кыргызской Республике показана на рис. 1. и приведена в таблице 1.

Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий операторами в Кыргызской Республике показана на рис. 2. и приведена в таблице 2.

Анализ развития волоконно-оптической телекоммуникационной инфраструктуры ставит своей целью исследование в целом оптических телекоммуникационных сетей, обзор характеристик и типов оптоволоконна, принципы построения волоконно-оптических систем передачи, расчет и изучение параметров в оптическом волокне, в особенности, таких как пропускная способность и дисперсия. Ставится вопрос о том, каким образом дисперсия влияет на пропускную способность в оптических сетях [3].

При переходе к государственным и муниципальным услугам в электронной форме одним из основных требований к телекоммуникационной инфраструктуре является надежность функционирования, которая определяется множеством факторов, зависящих как от качества передаваемой информации, так и от условий ее эксплуатации.

На этих диаграммах показан процент ежегодного прироста по отношению к предыдущему году.

Комплексное исследование телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), является шагом, предназначенным обеспечить плановый и управляемый переход к предоставлению государственных и муниципальных услуг в электронной форме. Результаты анализа помогут дать оценку готовности к развертыванию работ в данном направлении и стать основой для разработки проекта по созданию и развитию программно-технического и организационного комплекса, государственных Дата центров в соответствии с международными стандартами для обеспечения совместимости и взаимодействия.

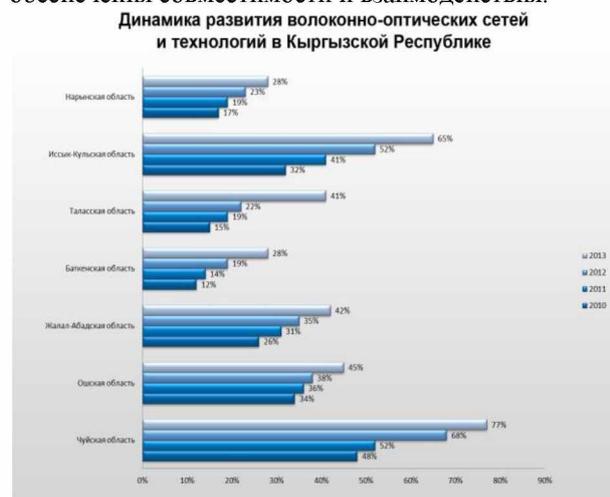


Рис. 1. Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий в Кыргызской Республике

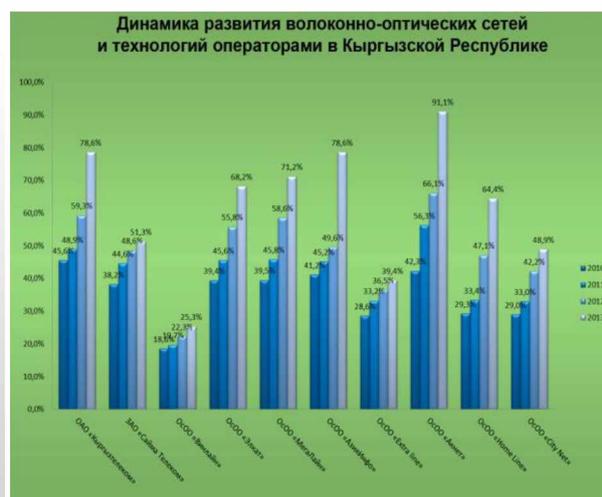


Рис. 2. Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий операторами в Кыргызской Республике

Таблица 1. - Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий в Кыргызской республике.

Области	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год
Чуйская область	48 %	52%	68%	77%
Ошская область	34 %	36%	38%	45%
Жалал-Абадская область	26%	31%	35%	42%
Баткенская область	12%	14%	19%	28%
Таласская область	15%	19%	22%	41%
Иссык-Кульская область	32%	41%	52%	65%
Нарынская область	17%	19%	23%	28%

Таблица 2 - Динамика развития волоконно-оптических сетей и технологий операторами в Кыргызской республике.

Операторы	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год
ОАО «Кыргызтелеком»	45,6%	48,9%	59,3%	78,6%
ЗАО «Сайма Телеком»	38,2%	44,6%	48,6%	51,3%
ОсОО «Винлайн»	18,6%	19,7%	22,3%	25,3%
ОсОО «Элкат»	39,4%	45,6%	55,8%	68,2%
ОсОО «МегаЛайн»	39,5%	45,8%	58,6%	71,2%
ОсОО «АзияИнфо»	41,2%	45,2%	49,6%	78,6%

ОсОО «Extra line»	28,6%	33,2%	36,5%	39,4%
ОсОО «Акнет»	42,3%	56,3%	76,1%	91,1%
ОсОО «Home Line»	29,3%	33,4%	47,1%	64,4%
ОсОО «City Net»	29%	33%	42,2%	48,9%

В пределах проделанной работы под ИТ – инфраструктурой рассматривались объекты, предназначенные для информатизации процессов обеспечения жизнедеятельности населения на конкретных территориях. В том числе: телекоммуникационные сети (ТКС) и информационные ресурсы (ИР) [3].

Целью проведения анализа телекоммуникационной инфраструктуры является получение объективных данных о состоянии ИТ - инфраструктуры с позиции готовности к оказанию услуг населению и организациям с применением информационно-коммуникационных оптических технологий. В рамках указанного анализа также оценивается уровень обеспечения доступа к информации.

Анализ телекоммуникационных сетей проводился по показателям: доступа в сеть «Интернет», применяемых топологий и технологий, средней скоростью по передаче данных, пропускной способностью, технической поддержкой, данных по покрытию сетью населенных пунктов по областям, по не телефонизированным населенным пунктам КР.

В рамках поставленной задачи проанализирована телекоммуникационная инфраструктура Кыргызской Республики существующих, строящихся и проектируемых ВОЛС. При исследовании телекоммуникационных сетей операторов связи выполнялся по следующим направлениям: сети (магистральные, зонавые, «последней мили»); экономическая доступность услуг; технические характеристики предоставляемых услуг; оценка возможностей операторов связи для решения задач по пропускной способности и увеличения скорости по передаче данных 2 Мбит/с и выше на одного пользователя.

**Магистральные и зонавые телекоммуникационные линии.** По магистральным линиям осуществляется обмен данными между столицей и областями, между областями, а также с пользователями, находящимися вне территории Кыргызской Республики.

По зонавым линиям осуществляется обмен данными внутри областей между районными центрами и крупными населенными пунктами. Исторически (в силу экономической эффективности) магистральные линии развивались на основе радиорелейных линий связи (РРЛ). В настоящее время увеличение пропускной способности РРЛ представляет большую трудность в силу следующего барьера:

- из-за географических особенностей Кыргызстана (горы), пролеты между станциями РРЛ значительно длиннее рекомендуемых по техническим стандартам (отдельные пролеты доходят до 160 км, вместо рекомендуемых 45-50 км). В силу этого по условиям распространения радиоволн на отдельных участках цифровых РРЛ можно использовать частотные диапазоны ниже 10 ГГц, а частотный ресурс в этих диапазонах уже исчерпан. Таким образом, дальнейшее наращивание пропускной способности магистралей представляет значительную трудность. Дальнейшее существенное увеличение пропускной способности магистральных линий может быть связано со строительством волоконно-оптических линий (ВОЛС), связывающих столицу с областными центрами. Такое мощное магистральное кольцо также должно иметь выходы и в соседние страны рис. 3. Также целесообразно зонавые линии внутри областей связывать с магистральями на ВОЛС и по возможности реализовать их на ВОЛС, а там, где это невозможно или нецелесообразно, применять широкополосные радиолнии по технологии точка-точка, точка-многоточка.

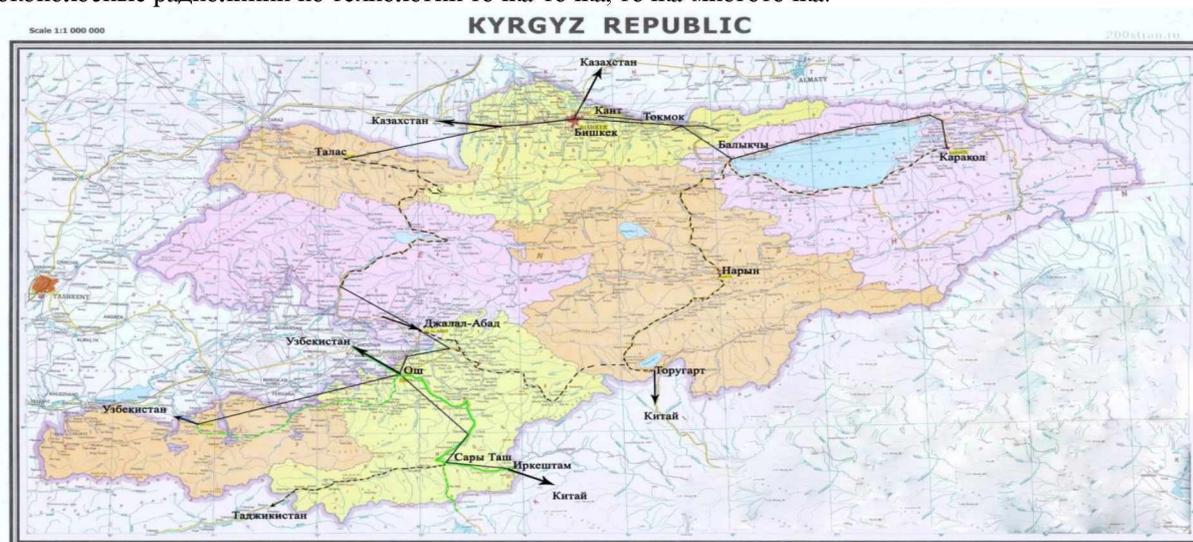


Рис. 3. Второе транспортное волоконно-оптическое кольцо

**Существующие барьеры для развития ВОЛС:**

- нет утвержденных стандартов по строительству и эксплуатации ВОЛС;
- при реконструкции или строительстве новых дорог (в том числе железных дорог) нет обязательных требований по закладке линий ВОЛС;
- при реконструкции или строительстве магистральных линий электропередач нет обязательных требований по закладке линий ВОЛС;
- в крупных городах при строительстве зданий и сооружений, реконструкции улиц не предусматривается строительство канализации для ВОЛС;
- имеются большие проблемы по землеотводу для строительства ВОЛС;
- имеются проблемы по прокладке ВОЛС трасса Юг-Север, проблема сложная, дорожники не дают разрешения по прокладке ВОЛС в охранной зоне;
- энергетики не пускают на свои опоры для подвески кабеля;

Все это значительно тормозит и удорожает строительство ВОЛС, а значит и телекоммуникационных услуг.

**Последняя миля.** На последней миле (доступ пользователя к сети) целесообразно ориентироваться на путь, избранный практически всеми странами:

- по возможности (в городах) организовать доступ на ВОЛС;
- максимально использовать широкополосный радиодоступ (сети 3G, 4G)

Желательно иметь актуализированную сводную таблицу по доступу к передаче данных/Интернет по каждому населенному пункту.

**РЕКОМЕНДАЦИИ по развитию телекоммуникационной инфраструктуры.** Необходимо принятие Программы развития телекоммуникационной инфраструктуры, в которой акцентировалось бы:

- развитие магистральных и зональных линий преимущественно на ВОЛС;
- всемерное и ускоренное развитие широкополосного радиодоступа с учетом сельских и труднодоступных районов;

Принятие мер по:

- развитию ВОЛС при строительстве и реконструкции магистральных дорог и линий электропередач;
- утверждению технических норм по качеству строительства и эксплуатации ВОЛС;

Трафик по передаче данных растет с геометрической прогрессией, из чего следует планировать проектирование сети с использованием ВОЛС. Для зональных сетей (областные центры, районы) модернизировать свои сети с использованием ВОЛС, а где нет такой возможности использовать широкополосный доступ. Увеличить пропускную способность на магистральных линиях до 1 Гбит/с и выше, для зональных сетей 100 Мбит/с и выше. В сетях последней мили обеспечить пропускную способность и скорость передачи данных на сегменте пользователь-сеть 2 Мбит/с и выше.

**Требования к технологии построения магистральных сетей.** Рассматривая топологию сетей можно сказать следующее: С точки зрения наличия всех компонентов SDH: кольцо ВОЛС, уровни STM-4, STM-16. На сети присутствует технология DWDM (волновое мультиплексирование) на внешних стыках с Китайской Народной Республикой и Республикой Казахстан. Передаваемый трафик прозрачный, приемлем по ценам, не чувствителен к тарифам, совместимость трафика и совместимость стыка протокола. [1,3].

**Существуют барьеры в следующем:**

- для транспортной сети нет специальных защищенных вариантов;
- имеются проблемы в политике безопасности к приграничным устройствам (функции приграничных маршрутизаторов), а также опасность из внешних сетей по передаваемому трафику;

**Выводы:**

- на текущий момент целесообразно применять технологию DWDM;
- обеспечить резервирование волокон в кабеле;
- обеспечить аппаратное резервирование Восток-Запад;
- создание обходных путей, предусмотреть по возможности резервный маршрут по ЦРПЛ;
- использовать технологию FDDI на трассе Юг-Север;
- обеспечить безопасность трафика (используя процедуру отслеживания);

Приоритетом должно являться равновесие трафика и проводиться на основе биллинга. Требования к технологии построения зональных сетей. Управление трафиком в зональных сетях связи осуществляются через STM-16. В целом компоненты системы сконфигурированы на базе TDM или на базе IP- технологии, VoIP. Также на сети имеет место STM-1/4. По принципу топологии – смешанная, кольцевая. Технологии при определенных условиях совместимы. Используются стандарты и рекомендации ITU по передаче трафика.

**Рекомендации:**

- строить сети, используя технологию FDDI, или применять технологию DWDM, которые гарантируют высокую пропускную способность. Пропускная способность является объективным фактором и зависит от аппаратной части;
- использовать возможность деления пропускного ресурса между другими операторами;
- повсеместное внедрение ВОЛС Север-Юг;
- подключение до двух вводов гарантированного питания;

**Литератур**

1. Зимин И.В. Учебник: «Управление трафиком в сетях и системах телекоммуникаций» // Издательство «Алтын Принт», Бишкек 2012г.;
2. Зимин И.В., Баянкина Е.В. Практическое применение задач управления сетевыми ресурсами в телекоммуникационных сетях // Журнал Проблемы автоматизации и управления №2, Институт автоматизации Национальной Академии наук КР, материалы международной конференции «Проблемы управления и информационных технологий», Кыргызстан Бишкек, 2010г. С. 31-35.
3. Сборник информационно-аналитических материалов группы ГЦЭУ по текущему состоянию государственных информационных ресурсов Кыргызской Республики // Кыргызстан, Бишкек, 2014г. С. 337-421.
4. Аналитический отчет по итогам исследования уровня доступа к информации, обсуждению проблем и их возможных решений в местных сообществах. // Кыргызстан, Бишкек, 2014г. С. 6-9.

УДК 681.03

**ИЗМЕРЕНИЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*\*Б. Нурматов, \*\*И.К. Алиев, \*\*\*А. Садырбаева*

*\*Институт электроники и телекоммуникаций при Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, [baiysh.nurmatov@gmail.com](mailto:baiysh.nurmatov@gmail.com)*

*\*\*Институт электроники и телекоммуникаций при Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, [alievi@mail.ru](mailto:alievi@mail.ru)*

*\*\*\*Институт электроники и телекоммуникаций при Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, [sad.ainurf@mail.ru](mailto:sad.ainurf@mail.ru)*

*\*B. Nurmatov, \*\*I. Aliev, \*\*\*A. Sadyrbaeva*

*The Institute of electronics and Telecommunication Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov,, Bishkek, Kyrgyz Republic, [baiych.nurmatov@gmail.com](mailto:baiych.nurmatov@gmail.com)*

*The Institute of electronics and Telecommunication Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov,, Bishkek, Kyrgyz Republic, [alievi@mail.ru](mailto:alievi@mail.ru)*

*The Institute of electronics and Telecommunication Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov,, Bishkek, Kyrgyz Republic, [sad.ainurf@mail.ru](mailto:sad.ainurf@mail.ru)*

*Рассмотрены методологии вычисления индикаторов развития информационного общества, проведен анализ существующей системы сбора статистических данных в области информационно-коммуникационных технологий и предложены рекомендации по ее совершенствованию.*

*Considered the methodologies for measuring of information society development, conducted analysis of the existing statistical system in the area of information and communication technologies and provided recommendations on how to improve it.*

Информационное общество принято определять как общество с высокой степенью развития и использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) гражданами, предприятиями и органами государственного управления. Как показывает опыт развитых стран мира, информационно-коммуникационные технологии являются основой социально-экономического развития общества и решения одной из основных задач государства - обеспечения граждан свободным доступом к информации. В связи с этим задача использования эффективной системы мониторинга, которая бы способствовала всестороннему развитию информационно-коммуникационных технологий через оценку уровня их развития, является актуальной.

В настоящее время существуют три основные методологии такого мониторинга и вычисления индикаторов развития информационного общества, которые применяются для определения состояния ИКТ в

**Рекомендации:**

- строить сети, используя технологию FDDI, или применять технологию DWDM, которые гарантируют высокую пропускную способность. Пропускная способность является объективным фактором и зависит от аппаратной части;
- использовать возможность деления пропускного ресурса между другими операторами;
- повсеместное внедрение ВОЛС Север-Юг;
- подключение до двух вводов гарантированного питания;

**Литератур**

1. Зимин И.В. Учебник: «Управление трафиком в сетях и системах телекоммуникаций» // Издательство «Алтын Принт», Бишкек 2012г.;
2. Зимин И.В., Баянкина Е.В. Практическое применение задач управления сетевыми ресурсами в телекоммуникационных сетях // Журнал Проблемы автоматизации и управления №2, Институт автоматизации Национальной Академии наук КР, материалы международной конференции «Проблемы управления и информационных технологий», Кыргызстан Бишкек, 2010г. С. 31-35.
3. Сборник информационно-аналитических материалов группы ГЦЭУ по текущему состоянию государственных информационных ресурсов Кыргызской Республики // Кыргызстан, Бишкек, 2014г. С. 337-421.
4. Аналитический отчет по итогам исследования уровня доступа к информации, обсуждению проблем и их возможных решений в местных сообществах. // Кыргызстан, Бишкек, 2014г. С. 6-9.