

УДК 621.396:338 (470.621)

ББК 32.884.1 (2Рос–4Кра)

Г 61

Головань К.Р.

Аспирант кафедры геоинформатики географического факультета Кубанского государственного университета, Краснодар, e-mail: krgolovan@gmail.com

Погорелов А.В.

Доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой геоинформатики географического факультета Кубанского государственного университета, Краснодар, e-mail: pogorelov@nm.ru

Временная структура потребления услуг сотовой связи на территории Краснодарского края по данным оператора МТС (Рецензирована)

***Аннотация.** Впервые для территории Краснодарского края проанализирована временная структура потребления основных услуг сотовой связи в сетях МТС второго и третьего поколений. Выявлены особенности изменчивости и цикличности объемов трафика с разным временным разрешением (год, месяц, неделя, сутки), а также экстремумы потребления голосового трафика в праздничные дни. Описана структура трафика в наиболее показательные дни недели.*

***Ключевые слова:** Краснодарский край, сотовая связь, голосовой трафик, Интернет-трафик, временная структура.*

Golovan K.R.

Post-graduate Student of Geoinformatics Department of Geography Faculty, Kuban State University, Krasnodar, e-mail: krgolovan@gmail.com

Pogorelov A.V.

Doctor of Geography, Professor, Head of Geoinformatics Department of Geography Faculty, Kuban State University, Krasnodar, e-mail: pogorelov@nm.ru

Temporal structure of cellular service consumption in the Krasnodar territory from data of MTS operator

***Abstract.** In this paper, for the first time, we analyze the temporal structure of consumption of basic cellular services in the Krasnodar territory at MTS networks of second and third generations. As a result we have defined the features of the variability and cyclicity in traffic consumption with different temporal resolution (year, month, week, day), as well as the extremes of consumption of voice traffic during the holidays. The structure of the traffic in the most demonstrative days of the week is described.*

***Keywords:** Krasnodar territory, cellular communication, voice traffic, Internet traffic, temporal structure.*

Введение

Подвижная радиотелефонная связь, наряду с другими отраслями связи (почтовая, документальная, телефонная), – один из наиболее динамично развивающихся сегментов современной экономики России. Интегральным показателем работы сети служит трафик, отражающий объем информации, передаваемый через сеть. Публикации данных о трафике российских операторов связи весьма немногочисленны и зачастую содержат маркетинговую составляющую, а сами обобщения такого рода не имеют систематического характера. Ряд работ посвящен прогнозированию объемов трафика [1-3]. На основе данных о трафике решаются некоторые прикладные задачи, например, оптимизация тарифной политики компании [4] или оптимизация сети [5]. Операторы, в свою очередь, рассматривают сведения о трафике как конфиденциальную корпоративную информацию, что существенно ограничивает возможности какого-либо анализа. В настоящей публикации, учитывающей принцип корпоративности, данные о трафике приводятся в относительных единицах, что позволяет показать временную структуру трафика в сети МТС с соблюдением конфиденциальности.

***Анализ.** Используются статистические показатели в сети сотовой связи МТС за*

2013 и 2014 гг. для территории Краснодарского края. Для сбора данных использовался сервер статистики EricssonNetworkIntelligenceQuotient (ENIQ) [6]. Определены суточные значения голосового и Интернет-трафика в сетях 2G и 3G, которые на графике (рис. 1) представлены нормированными величинами X_i/\bar{X} , где X_i – суточное значение, \bar{X} – среднегодовое значение.

Стоит отметить, что Краснодарский край имеет наиболее развитую в ЮФО сеть мобильной связи. В конце 2013 года покрытие территории края сетью составило 87,6% для 2G и 72,3% для 3G сигналов [7], что позволяет говорить о сложившейся временной структуре трафика в регионе. Как видим, голосовому трафику по нормированным данным присуща меньшая дисперсия ($D=0,009$) в сравнении с Интернет-трафиком ($D=0,024$). Показатели дисперсии отражают внутригодовую изменчивость, которая существенно выше у Интернет-трафика за счет наличия достаточно выраженного сезонного тренда.

У Интернет-трафика наблюдается явное увеличение значений в летние месяцы – период массовых отпусков, когда, вероятно, потребность в сети Интернет у пользователей возрастает. В июне потребление трафика выше среднегодового на 14%, в июле – на 29%, в августе – на 18%. Годовой суточный максимум Интернет-трафика в 2013 году пришелся на 25 июля (на 38% выше среднегодового значения), годовой минимум – на 22 января (на 31% ниже среднегодового значения). График объемов суточного потребления голосового трафика не имеет ярко выраженных сезонных изменений (рис. 1).

Вместе с тем в структуре голосового трафика отчетливо видна недельная цикличность с хорошо выраженным еженедельным минимумом в воскресенье. Наряду с этим существуют особенности в недельном ходе. Следует выделить период со второй половины мая до августа включительно, когда отмечается снижение активности абонентов в среду и четверг, выраженное на графике повышением внутринедельной частоты. С сентября и до конца года недельные минимумы «притупляются», поскольку отмечается уменьшением потребления голосового трафика не только в субботу, но и в воскресенье.

Отчетливо в виде своеобразных внутригодовых флуктуаций прослеживается влияние праздничных дней на интенсивность использования сети в Краснодарском крае. Со 2 по 8 января 2013 года («зимние каникулы») наблюдается стремительное снижение абонентской активности с минимальным годовым значением 2 января – трафик в этот день оказался ниже среднегодового на 32%. Наоборот, повышение абонентской активности в части передачи голосовой информации по сети сотовой связи отмечается 8 марта (Международный женский день). В этот день наблюдается резкий скачок трафика с последующим резким снижением (9 и 10 марта 2013 года пришлось на выходные дни, а для выходных дней характерно, как мы выяснили, снижение активности абонентов).

Максимальная межсуточная амплитуда потребления голосового трафика приходится на 8-9 марта; если 8 марта показатель выше среднегодового значения на 27%, то 9 марта – ниже на 16%. С 1 по 5 мая 2013 года («майские праздники») наблюдается продолжительный спад показателя с минимальным значением 3 мая (показатель ниже среднегодового на 18%). Наконец, новогодними поздравлениями вызван скачек графика 31 декабря. Именно на последний день года приходится максимальное значение переданного голосового трафика – на 27,5% выше среднегодового (что сопоставимо с показателями 8 марта).

Годовое распределение трафика в разбивке по месяцам (в долях от годового объема) показано на диаграмме (рис. 2). В годовом ходе Интернет-трафика отчетливо выражена сезонность; амплитуда составляет 4,6% с минимумом потребления в феврале (6,4%) и максимумом – в июле (11%). Отчетливо выделяются три летних месяца, на которые приходится 30% годового трафика, в то время как на три зимних месяца приходится 21%.

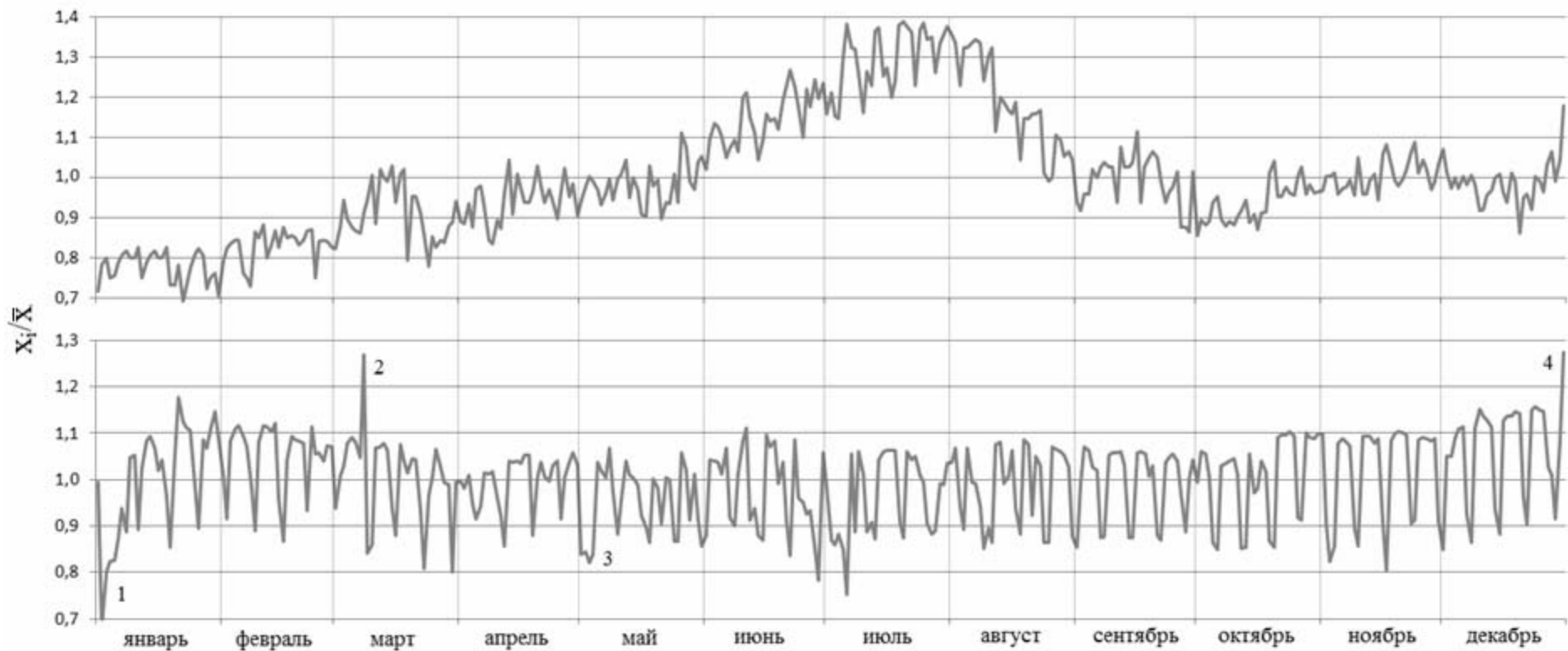


Рис. 1. Распределение суточных объемов мобильного трафика в сети МТС в 2013 году на территории Краснодарского края.

Верху – Интернет, внизу – голосовой трафик.

Цифрами обозначены: 1 – 1-7 января, 2 – 8 марта, 3 – 1-5 мая, 4 – 31 декабря

Месячные объемы голосового трафика в отличие от Интернет-трафика внутри года меняются незначительно с амплитудой 1,1%, при этом сезонность не выражена. Значения одиннадцати месяцев находятся в пределах 8-8,6% от годового объема, максимум трафика отмечен в декабре (9,1%). После марта наблюдается постепенное снижение потребляемого голосового трафика до июня включительно.

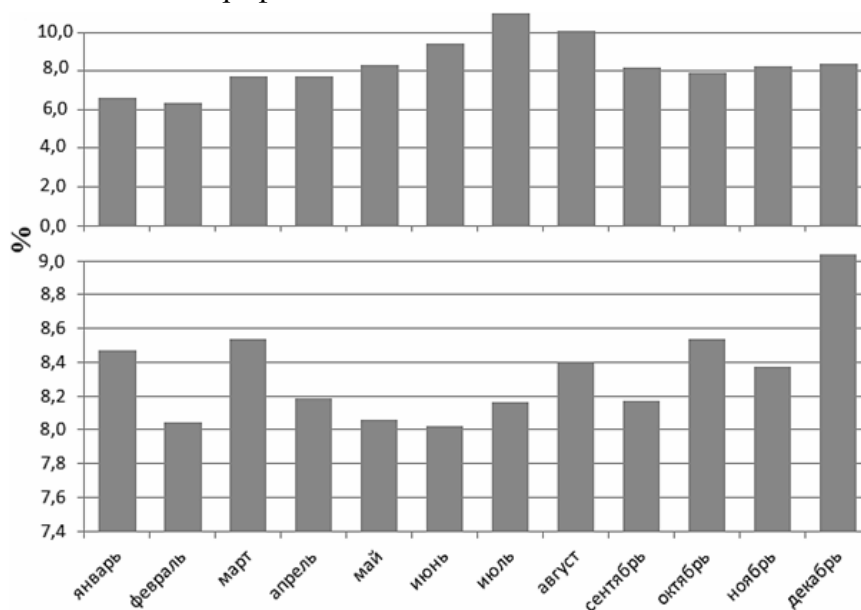


Рис. 2. Распределение месячных объемов трафика в сети МТС в 2013 году в Краснодарском крае. Вверху – Интернет, внизу – голосовой трафик

Далее проанализируем осредненное за год внутринедельное распределение, которое, как видим (рис. 3), у каждого вида трафика имеет независимый ход. Наиболее интенсивно сеть используется для передачи данных (Интернет-трафик) в выходные дни с максимумом в субботу (14,5% недельного объема); минимальная загруженность сети наблюдается в среду (14,05%) с последующим увеличением к концу недели. Интенсивность использования сети для совершения голосовых вызовов, наоборот, наибольшая в начале недели с максимумом во вторник (15,2%) и минимумом в субботу (12,8%). Таким образом, уменьшение голосовых сообщений абонентами внутри недели компенсируется увеличением передачи данных через сеть Интернет.

Наконец, обратимся к наиболее короткому циклу – суточному. Для анализа внутрисуточных распределений следует выбрать показательные временные интервалы. Для расчета почасового хода трафика использовалась статистика за август, апрель и май 2014 года. Указанные месяцы представляются репрезентативными, поскольку не содержат экстремальных годовых значений. Определены средние почасовые значения голосового и Интернет-трафика в сетях 2G и 3G, которые на графике представлены нормированными величинами X_i / \bar{X} , где X_i – средние почасовые значения, \bar{X} – среднесуточное значение. В анализе для каждого вида трафика использованы три наиболее показательные дня недели: понедельник, среда, суббота (Интернет-трафик) и вторник, четверг, суббота (голосовой трафик) (рис. 4).

Внутрисуточный ход анализируемых видов связи в каждый из дней недели обладает подобием, различаясь объемами передаваемого по сети трафика. Следовательно, внутрисуточное потребление услуг сохраняет свою структуру в наиболее загруженный, близкий к среднему и наименее загруженный день недели.

Для обоих видов суточного трафика характерно минимальное потребление в ночные и утренние часы и максимальное – в дневные и вечерние. Потребление Интернет-

трафика с 0 до 6 часов уменьшается, минимум приходится на 6 часов (в среднем 1,78% суточного потребления). С 6 до 14 часов потребление Интернет-трафика увеличивается, причем наиболее интенсивно с 6 до 9 часов. С 14 до 19 часов наблюдается незначительный спад с последующим подъемом к 22 часам, когда фиксируется внутрисуточный максимум (около 6% суточного объема потребления). Отметим, что в 0 часов Интернет-трафик (когда голосовой трафик приближается к суточному минимуму) сопоставим с величинами потребления в дневные часы.

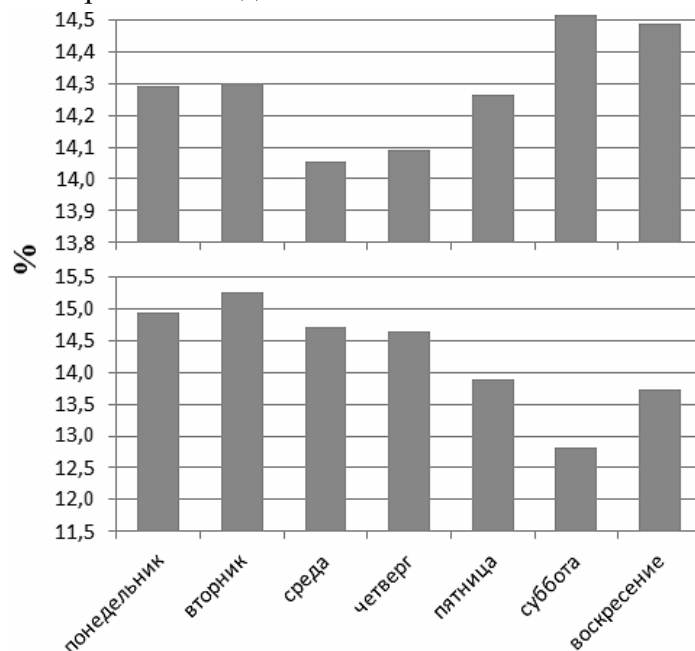


Рис. 3. Распределения трафика в сети МТС по дням недели в 2013 году в Краснодарском крае. Вверху – Интернет, внизу – голосовой трафик

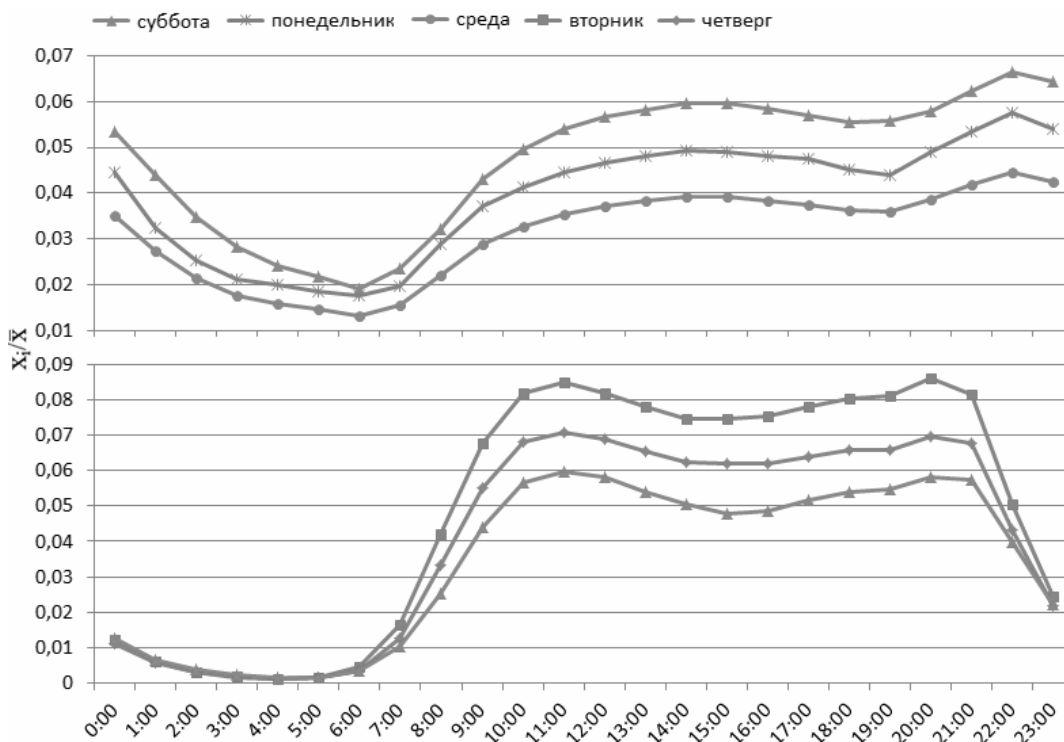


Рис. 4. Распределение среднесуточного трафика в сети МТС по часам в 2013 году в Краснодарском крае. Вверху – Интернет, внизу – голосовой трафик

Потребление голосового трафика уменьшается с 21 до 4 часов с наиболее заметным спадом между 21 и 23 часами; минимум фиксируется в 4 часа (0,13% суточного потребления). У голосового трафика хорошо выражены два суточных пика. С 4 часов показатель начинает расти, достигая максимального суточного значения в 11 часов (в среднем 7,17%). Во вторник максимум потребления приходится на 20 часов, незначительно отличаясь от пика в 11 часов. С 11 часов наблюдается небольшой спад графика до 14 (вторник, четверг) – 15 часов (суббота), а затем – подъем к очередному пиковому значению в 20 часов (в среднем 7,13% потребления трафика). Таким образом, на интервалы 10-11 и 19-20 часов приходится в среднем 14,3% потребления среднесуточного голосового трафика, в то время как, например, на интервал 3-5 часов – всего 0,32%.

Заключение

Итак, впервые на разных временных интервалах (год, месяц, неделя, сутки) проанализирована структура потребления услуг сотовой связи сети МТС на территории Краснодарского края. Выявлены сезонные изменения структуры и объемов трафика; показаны экстремумы значений, связанные с праздничными днями. Установлено увеличение потребления Интернет-трафика и одновременное уменьшение потребления голосового трафика в летние месяцы. В недельной цикличности выявлено увеличение Интернет-трафика при сопутствующем уменьшении голосового трафика в конце недели. Выяснилось, что внутрисуточный ход обоих видов трафика в каждый из дней недели, различаясь объемами, обладает явным подобием.

Отметим, что полученные результаты могут быть использованы оператором связи для решения широкого круга задач: оптимизация тарифной политики, разработка маркетинговых акций, прогнозирование объемов трафика с последующим изменением параметров оборудования для работы в условиях пиковых нагрузок.

Примечания:

1. Мендкович Н.А. Анализ трафика некоммерческих сетей // Прикладная информатика. 2006. № 2. С. 27-33.
2. Сидоренко И.А., Солдатов И.В. Агентное моделирование трафика телекоммуникационной компании // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 2009. № 11. С. 197-204.
3. Шкарупило В.В., Касьян К.Н. Прогнозирование годового роста трафика Интернет, на основе подобранной модели временного ряда // ВЕЖПТ. 2010. № 4 (43). С. 36-38.
4. Вилисов В.Я. Управление переключениями тарифных планов сотовой связи // УБС. 2012. № 40. С. 221-237.
5. Шорин О.А., Токарь Р.С. Алгоритм синтеза сотовых систем связи 2G // Спецтехника и связь. 2008. № 1. С. 58-63.
6. ENIQ 12 statistics, making the best of ENIQ reports. Ericsson. 2012. 22 pp.
7. Головань К.Р., Погорелов А.В. География сотовой связи в Южном федеральном округе (на примере МТС) // Известия Кубанского государственного университета. Естественные науки. 2014. Вып. 3. (В печати).

References:

1. Mendkovich N.A. The analysis of traffic of non-commercial networks // Applied Informatics. 2006. No. 2. P. 27-33.
2. Sidorenko I.A., Soldatov I.V. Agent modelling of the traffic of telecommunication company // BelSU Scientific Bulletin. Ser. History. Political Science. Economics. Informatics. 2009. No. 11. P. 197-204.
3. Shkarupilo V.V., Kasyan K.N. Prognostication of the annual growth of the Internet traffic, based on the selected model of time series // VEZhPT. 2010. No. 4 (43). P. 36-38.
4. Vilisov V.Ya. Switching control of tariff plans of cellular communication // UBS. 2012. No. 40. P. 221-237.
5. Shorin O.A., Tokar R.S. Algorithm of the synthesis of 2G cellular communications systems // Special Equipment and Communication. 2008. No. 1. P. 58-63.
6. ENIQ 12 statistics, making the best of ENIQ reports. Ericsson. 2012. 22 pp.
7. Golovan K.R., Pogorelov A.V. Geography of cellular communications in the Southern Federal District (based on MTS) // News of Kuban State University. Natural Sciences. 2014. Iss. 3. (In print).