

# Сравнение качества услуг мобильной связи

## В сетях операторов, действующих на территориях городов Астана и Алматы

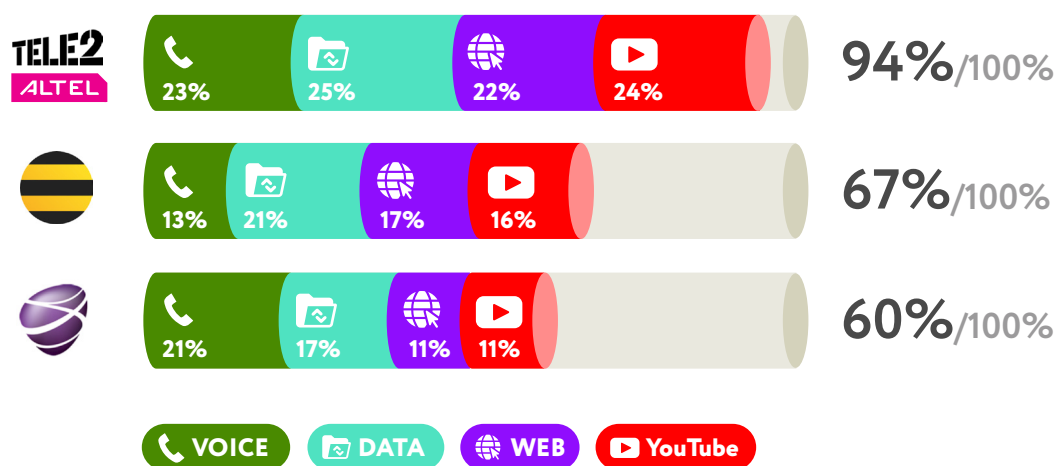
Компания DMTEL продолжает публикацию результатов сравнения технических возможностей и качества услуг в сетях операторов мобильной связи. В период с 6 по 17 ноября 2017 года проведены драйв-тесты в сетях операторов, действующих на территории городов Астана и Алматы: ТОО «КаР-Тел» (бренд «Beeline»), АО «Кселл» (бренд «АО «Кселл»»), ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» (бренды «Tele2» и «Altel»).

**Цель работ** – оценка и сравнение характеристик качества сетей и услуг с учетом внедрения современных технологий и режимов. Измерения выполнены с помощью новейшего измерительного оборудования Nemo Invex II производства компании Keysight Technologies Inc. и собственной методики компании DMTEL. Полученные результаты позволяют объективно оценить реальные возможности сетей и сравнить позиции операторов на маршруте драйв-теста с учетом всех технологий и функций, реализованных в сети каждого оператора в период выполнения работ.

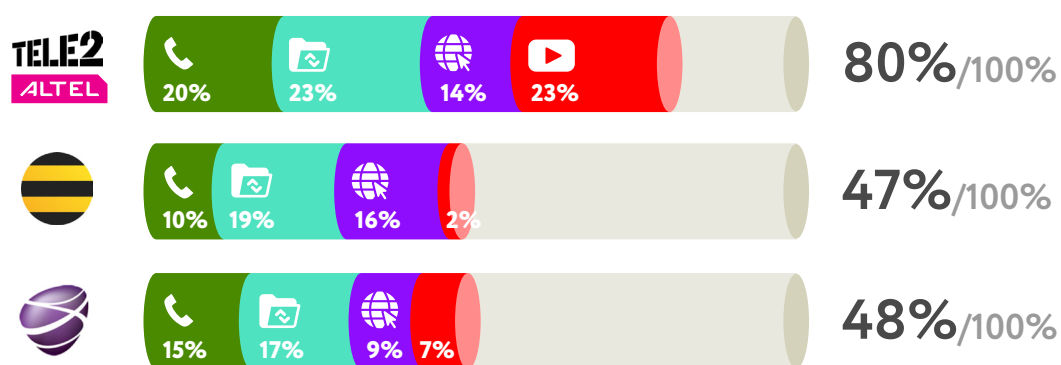


# Основные результаты измерений

В качестве иллюстрации относительных позиций операторов на рисунках 1-2 приводятся результаты количественной оценки качества услуг в процентах (максимальное значение – 100%) на основе интегральных показателей SQI (Single Quality Indicator) и SSI (Single Service Indicator) в соответствии с рекомендациями GSMA IR.42. В целом, как по совокупности характеристик качества услуг мобильной связи, так и по отдельным показателям, оператор ТОО «Мобайл Телеком–Сервис» заметно опережает операторов–конкурентов. Представленные результаты отражают позиции операторов в период выполнения работ на маршруте драйв-теста и не распространяются на сети в целом.



**Рисунок 1**  
Интегральная оценка качества услуг в городе Алматы



**Рисунок 2**  
Интегральная оценка качества услуг в городе Астана

Ниже кратко рассматриваются результаты, которые наглядно иллюстрируют лидирующие позиции оператора ТОО «Мобайл Телеком–Сервис» по характеристикам, определяющим удовлетворенность абонента качеством основных услуг мобильной связи.

## Услуги голосовой связи

Благодаря эффективному использованию широкополосных кодеков AMR WB в сетях GSM и WCDMA, оператор ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» обеспечивает высокое качество передачи речи и заметно опережает конкурентов по доле значений показателя выше оценок “удовлетворительно” и “хорошо” по шкале MOS (пороги 3.0 [MOS] и 4.0 [MOS] соответственно).

В частности, в сети ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» почти половина измеренных значений качества передачи речи превышает 4.0 [MOS] (“хорошо” по шкале MOS) на маршруте драйв-теста на территории городе Астана. При этом в сетях операторов АО «Кселл» и ТОО «КаР-Тел» значения выше 4.0 [MOS] практически отсутствуют.

На территории города Алматы в сети ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» доля значений качества передачи речи выше оценки “хорошо” составляет около 57%, в сети АО «Кселл» – около 32%, а в сети ТОО «КаР-Тел» значения выше 4.0 [MOS] практически отсутствуют.

Следует отметить, что в сети АО «Кселл» на территории города Алматы отмечена наименьшая доля значений качества передачи речи ниже приемлемого порога, равного 2.7 [MOS] и оператор АО «Кселл» незначительно опережает сеть ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» по данному показателю.

## Услуги связи на основе передачи данных

Благодаря эффективному использованию ресурсов сети и современных функций и режимов (LTE, LTE Carrier Agregation, MIMO), по скоростным характеристикам услуг передачи данных оператор ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» заметно опережает конкурентов на маршруте драйв-теста на территории городов Астана и Алматы. Важно отметить, что в сети оператора ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» отмечена наибольшая доля времени использования режима агрегации частотных каналов LTE CA (не ниже 98%), при этом общая доля времени использования технологии LTE на маршруте драйв-теста составляет не менее 99% (см. таблицу 1).

	Tele2	Altel	BeeLine	Kcell
<b>Алматы</b>				
GPRS, %	0	0	0.04	0
EDGE, %	0	0	0.41	0.05
WCDMA, %	0	0	0.58	0.14
HSPA, %	0	0	0.35	0.15
DC-HSPA, %	0	0.07	2.65	0.65
LTE, %	0.97	0.64	60.16	25.54
LTE-CA, %	99.02	99.28	35.81	73.47
<b>Астана</b>				
GPRS, %	0	0.01	0.01	0
EDGE, %	0	0	0.11	0.03
WCDMA, %	0.10	0.42	1.24	1.21
HSPA, %	0.79	0.36	3.09	3.13
DC-HSPA, %	0	0	7.04	12.49
LTE, %	0.64	0.72	66.42	53.56
LTE-CA, %	98.47	98.49	22.09	29.58

Таблица 1

Интегральная оценка качества услуг в городе Алматы

Показательно, что в городе Астана доля скоростей загрузки данных с сервера FTP выше 28 Mbps в сети ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» составляет около 50%, а в сетях операторов-конкурентов – не превышает 11%. При этом максимальное значение скорости достигает 136 Mbps, а в сетях операторов-конкурентов скорости выше 71 Mbps не зарегистрированы.

Аналогичные результаты получены в городе Алматы. В частности, доля скоростей загрузки данных с сервера FTP выше 31 Mbps в сети ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» составляет около 50%, а в сетях операторов-конкурентов – не превышает 17%. При этом максимальное значение скорости достигает 149 Mbps, а в сетях операторов-конкурентов скорости выше 109 Mbps не зарегистрированы.

Кроме того, в сети оператора ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» на территории городов Астана и Алматы отмечена наименьшая доля скоростей ниже 2,5 Mbps (менее 0,5%). Такой результат характеризует практически непрерывное распределение скоростей, достаточных для качественной работы основных сервисов сети Интернет (включая просмотр видео высокой четкости в формате HD) на маршрутах драйв-тестов. В частности, наиболее высокая доля времени воспроизведения контента потокового видео высокой четкости с разрешением HD 1280x720 зарегистрирована в сети ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» (не менее 95%).

## Радиопокрытие

В сетях GSM все операторы обеспечивают непрерывное (100%) радиопокрытие по доле значений уровня наилучшего принимаемого сигнала  $RSSI_{Best} \leq -90$  dBm на маршруте драйв-теста. В сетях WCDMA только оператор ТОО «Мобайл Телеком-Сервис» обеспечивает непрерывное радиопокрытие по доле значений уровня наилучшего принимаемого пилотного сигнала  $RSCP_{CPICH_{Best}} \leq -95$  dBm на маршруте драйв-теста. В сетях LTE только оператор АО «Кселл» на территории города Астана обеспечивает непрерывное радиопокрытие по доле значений  $RSRP_{Best} \leq -105$  dBm на маршруте драйв-теста. При этом в сетях всех операторов на территории городов Астана и Алматы доля значений уровня наилучшего принимаемого опорного сигнала  $RSRP_{Best} \leq -105$  dBm не превышает 1%.

В таблицах 2 и 3 для справки приведены результаты расчета для каждого показателя в сети каждого оператора с указанием точности. Цветом отмечены ячейки таблицы, содержащие наилучшие номинальные значения показателей.

	Tele2	Altel	BeeLine	Kcell
<b>Голосовой сервис</b>				
<b>Telephony Service Non-Accessibility, %</b>	0.87	0.62	1.25	1.07
Confidence Interval	0.33	0.28	0.39	0.36
<b>Cut-off Call Ratio, %</b>	0.72	0.69	1.34	1.52
Confidence Interval	0.30	0.29	0.41	0.44
<b>Telephony Speech Quality on Sample Basis &lt; 2.7, %</b>	7.14	7.14	20.11	5.95
Confidence Interval	0.40	0.40	0.61	0.36
<b>Передача данных</b>				
<b>FTP Download Session Success Ratio, %</b>	97.29	97.45	95.39	99.44
Confidence Interval	0.71	0.67	0.93	0.33
<b>FTP Mean User Data Rate DL, Mbps</b>	35.70	36.19	19.75	17.04
Std. deviation	21839	21273	13819	14032
<b>FTP Mean User Data Rate DL &gt; 2.5 Mbps, %</b>	99.58	99.90	97.67	91.68
Confidence Interval	0.29	0.14	0.70	1.25
<b>FTP Upload Session Success Ratio, %</b>	99.22	99.25	98.08	98.44
Confidence Interval	0.39	0.38	0.61	0.55
<b>FTP Mean User Data Rate UL, Mbps</b>	30.62	30.21	12.03	10.63
Std. deviation	8078	8278	5064	4117
<b>FTP Mean User Data Rate UL &gt; 1 Mbps, %</b>	100.00	100.00	96.92	99.50
Confidence Interval	0.00	0.00	0.80	0.33
<b>HTTP Browsing Session Success Ratio, %</b>	99.70	99.67	99.44	99.34
Confidence Interval	0.24	0.24	0.33	0.36
<b>Average HTTP Browsing Session Time, s</b>	2.74	2.79	2.98	3.32
Std. deviation	2.14	2.31	2.89	3.33
<b>Streaming Session Success Ratio, %</b>	98.32	96.77	92.62	94.99
Confidence Interval	0.59	0.80	1.20	1.00
<b>Streaming Session Time, s</b>	35.54	35.71	35.83	36.76
Std. deviation	2.66	2.44	3.05	4.09
<b>Streaming HD Ratio, %</b>	96.16	96.41	84.24	71.03
Confidence Interval	0.78	0.81	0.97	0.92
<b>Радиопокрытие</b>				
<b>LTE RSRP Best ≤ -105 dBm, %</b>	0.02	0.02	0.79	0.63
Confidence Interval	0	0	0.02	0.02
<b>WCDMA RSCP CPICH Best ≤ -95 dBm, %</b>	0	0	0.03	0.52
Confidence Interval	0	0	0	0.01
<b>GSM RSSI Best ≤ -90 dBm, %</b>	0	0	0	0
Confidence Interval	0	0	0	0

Таблица 2

Итоговая сравнительная таблица основных результатов тестов и измерений на маршруте драйв-теста в сетях 3-х операторов на территории города Алматы

	Tele2	Altel	BeeLine	Kcell
<b>Голосовой сервис</b>				
<b>Telephony Service Non-Accessibility, %</b>	1.47	1.75	1.37	0.82
Confidence Interval	0.43	0.47	0.41	0.32
<b>Cut-off Call Ratio, %</b>	0.43	0.54	2.33	1.10
Confidence Interval	0.23	0.27	0.54	0.37
<b>Telephony Speech Quality on Sample Basis &lt; 2.7, %</b>	6.73	7.83	16.92	54.76
Confidence Interval	0.39	0.41	0.57	0.74
<b>Передача данных</b>				
<b>FTP Download Session Success Ratio, %</b>	97.71	92.81	96.26	97.76
Confidence Interval	0.66	1.16	0.85	0.65
<b>FTP Mean User Data Rate DL, Mbps</b>	34.13	33.75	15.18	10.03
Std. deviation	21502	20299	10324	7663
<b>FTP Mean User Data Rate DL &gt; 2.5 Mbps, %</b>	99.61	99.94	96.92	91.89
Confidence Interval	0.29	0.12	0.82	1.28
<b>FTP Upload Session Success Ratio, %</b>	99.26	97.26	95.54	98.09
Confidence Interval	0.37	0.72	0.89	0.60
<b>FTP Mean User Data Rate UL, Mbps</b>	31.22	30.30	11.97	11.61
Std. deviation	9069	9386	4345	4811
<b>FTP Mean User Data Rate UL &gt; 1 Mbps, %</b>	99.95	100.00	97.13	99.19
Confidence Interval	0.10	0	0.76	0.41
<b>HTTP Browsing Session Success Ratio, %</b>	99.54	99.05	99.27	98.22
Confidence Interval	0.30	0.44	0.38	0.58
<b>Average HTTP Browsing Session Time, s</b>	4.89	4.97	4.84	5.01
Std. deviation	1.42	1.19	2.67	2.46
<b>Streaming Session Success Ratio, %</b>	96.73	94.95	86.79	83.00
Confidence Interval	0.79	0.98	1.51	1.70
<b>Streaming Session Time, s</b>	36.61	36.62	36.25	36.33
Std. deviation	4.17	2.83	3.97	4.43
<b>Streaming HD Ratio, %</b>	95.29	95.41	64.65	76.54
Confidence Interval	0.81	0.88	1.22	1.30
<b>Радиопокрытие</b>				
<b>LTE RSRP Best ≤ -105 dBm, %</b>	0.03	0.03	0.01	0
Confidence Interval	0	0	0	0
<b>WCDMA RSCP CPICH Best ≤ -95 dBm, %</b>	0	0	0.10	0.01
Confidence Interval	0	0	0.01	0
<b>GSM RSSI Best ≤ -90 dBm, %</b>	0	0	0	0
Confidence Interval	0	0	0	0

Таблица 3

Итоговая сравнительная таблица основных результатов тестов и измерений на маршруте драйв-теста в сетях 3-х операторов на территории города Астана

# Порядок и условия выполнения тестов

Измерения и анализ результатов проводились с использованием сертифицированных измерительных комплексов Nemo Invex II и программного обеспечения Nemo Analyze производства компании Keysight Technologies Inc., соответствующих уровню современных сетей мобильной связи. Компания DMTeI является официальным дистрибьютором оборудования Nemo на территории России и стран СНГ, что позволяет оперативно оснащать комплексы новейшими моделями тестовых устройств и выполнять измерения с учетом всех технологий и функций, реализованных в сетях операторов на сегодняшний день.

## Маршруты драйв-тестов

Измерения выполнены на территории городов Астана и Алматы в пределах административных границ. Для драйв-тестов разработаны и реализованы маршруты движения, которые обеспечивают:

- Максимально возможный охват территории и плотность объезда при минимальном количестве повторов фрагментов маршрута;
- Максимально возможный охват городских территорий с повышенной концентрацией абонентов (торговых центров, спальных районов, офисов и т.д.) с учетом периодов максимальной активности абонентов.

	Алматы	Астана
<b>Протяженность маршрута, км</b>	1433	1301

Таблица 4

Протяженность маршрутов драйв-тестов

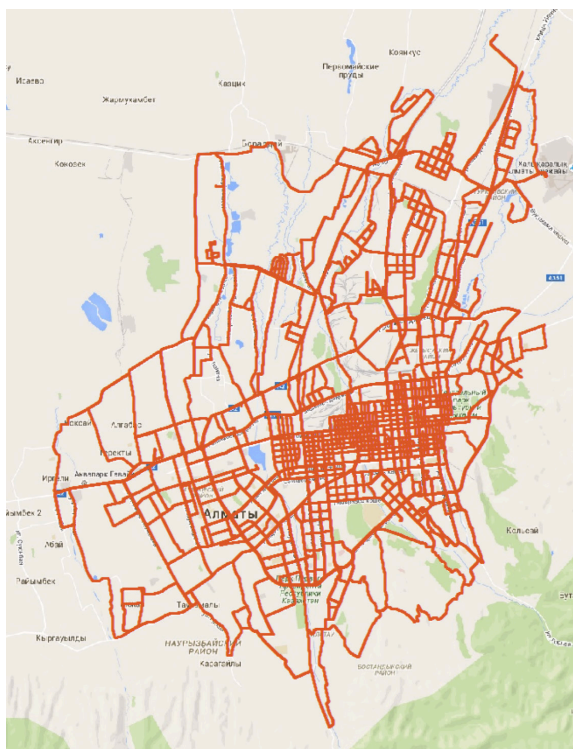


Рисунок 3

Карта маршрута драйв-теста на территории города Алматы

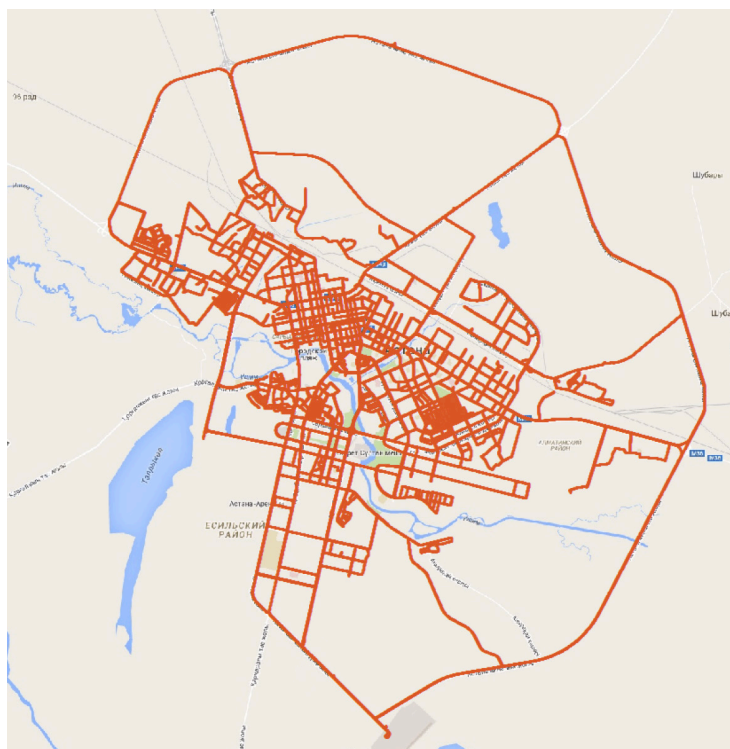


Рисунок 4

Карта маршрута драйв-теста на территории города Астана

# Краткое описание методики

**Методика проведения измерений и тестов разработана на основе опыта выполнения аналогичных работ специалистами компании DMTEL и с учетом рекомендаций ETSI TS 102 250-2, ETSI TR 102 678, ETSI TS 102 250-4, ETSI TS 125 215 и ETSI TS 102 250-5.**

Для оценки характеристик качества голосового сервиса в сети каждого оператора выполнялись повторяющиеся циклы тестов для соединений типа «мобильный – мобильный», поскольку в сетях мобильной связи преобладают вызовы между мобильными абонентами. Важно отметить также, что голосовые соединения типа «мобильный – мобильный» позволяют реализовать преимущества широкополосных речевых кодеков AMR WB в части повышения качества передачи речи в сетях на основе технологий WCDMA и GSM.

В течение каждого успешного голосового соединения производилась оценка качества речи по шкале MOS (см. ITU-T P.800.1) на основе самой новой версии алгоритма POLQA (см. ITU-T Recommendation P.863 и P.863.1). Для объективной оценки качества передачи речи при совместном использовании в сетях мобильной связи широкополосных (Wideband – WB) и узкополосных (Narrowband – NB) речевых кодеков применялся специальный универсальный образец речи на русском языке в соответствии с рекомендацией ITU-T P.863. Длительность успешного голосового соединения составляет 120 секунд.

Для объективной оценки характеристик качества услуг на основе передачи данных выполнялись повторяющиеся циклы тестов одновременно для различных видов услуг в сети каждого оператора.

В рамках проекта параллельно применялись два подхода к выполнению тестов:

- **«Классический» подход:** «стресс-тесты» фиксированной длительности (Fixed Data Transfer Time – FDTT, см. ETSI TR 102 678) – повторяющиеся сессии загрузки данных с сервера FTP и на сервер FTP. Интервал времени, в течение которого производится загрузка данных при выполнении одного теста, устанавливался постоянным для всех сессий. Такой подход позволяет выполнять необходимое количество тестов за требуемое время независимо от диапазона изменения скорости передачи данных в процессе измерений и объективно оценивать потенциальные возможности тестируемых сетей в части скорости передачи данных. «Классический» подход используется для оценки скоростных характеристик сетей на основе расчета средней скорости передачи данных для каждой успешной сессии загрузки данных.
- **«Клиентоориентированный» подход:** имитация поведения абонента на основе использования типовых услуг и приложений: воспроизведение видео и загрузка страницы с ресурсов сети Интернет. Данный подход позволяет оценивать характеристики качества конкретных видов услуг, предоставляемых абонентам в сетях мобильной связи, и определяющих степень их удовлетворенности (Quality of Experience – QoE). «Клиентоориентированный» подход позволяет получить оценку качества услуг, максимально приближенную к реальному восприятию абонентами.

Для оценки скоростных характеристик сети при загрузке данных с ресурса сети Интернет на основе протокола FTP (download) выполнялись повторяющиеся сессии тестов FDTT загрузки архивного файла (\*.rar) с выделенного сервера в соответствии с рекомендациями ETSI TR 102 678.

Для оценки скоростных характеристик сети при загрузке данных на ресурс сети Интернет на основе протокола FTP (upload) выполнялись повторяющиеся сессии тестов FDTT загрузки архивного файла (\*.rar) на выделенный сервер в соответствии с рекомендациями ETSI TR 102 678.



Для оценки показателей качества сервисов на основе загрузки страниц с ресурсов сети Интернет выполнялись повторяющиеся сессии тестов загрузки «эталонной» WEB-страницы <http://dmt.ltetest.kz> (Kepler Web Reference Page, размер страницы – 807076 Байт) в соответствии с рекомендациями ETSI TS 102 250-2 и ETSI TR 102 505. Данная страница имитирует типовой WEB-сайт, включает элементы различного формата (текст, графические картинки, таблицы стилей, фреймы) и позволяет объективно оценивать характеристики качества доступа к WEB-ресурсам и загрузки контента. Кроме того, выполнялись повторяющиеся сессии тестов загрузки WEB-страницы <http://www.zakon.kz>, которая входит в TOP наиболее посещаемых сайтов в Республике Казахстан.

Для оценки характеристик качества сервисов воспроизведения видео выполнялись повторяющиеся сессии воспроизведения видеоклипа с ресурса YouTube с учетом рекомендаций ETSI TR 101 578 (продолжительность воспроизведения видеоклипа – 30 секунд, стандарт кодирования – 720p).

	Tele2	Altel	BeeLine	Kcell
<b>Алматы</b>				
Количество попыток установления голосовых соединений	3090	3083	3041	3077
Количество циклов тестов передачи данных	3948	4126	3902	3889
<b>Астана</b>				
Количество попыток установления голосовых соединений	3061	3028	3068	3041
Количество циклов тестов передачи данных	3985	3863	3989	3956

Таблица 5

Количество циклов тестов, выполненных в сети каждого оператора

Для измерений характеристик радиопокрытия использовался сканирующий приемник, поддерживающий все частотные диапазоны технологий GSM/WCDMA/LTE, реализованных в сети каждого оператора.

	VOICE	DATA	WEB	YouTube
Весовой коэффициент [%]	25	25	25	25

Таблица 6

Весовые коэффициенты, используемые при расчете интегрального показателя SQI

## Комментарии

**Необходимо отметить, что сети операторов заметно отличаются в части объема используемых частотных ресурсов и количества секторов, обеспечивающих радиопокрытие и емкость в сетях различных технологий.**

Кроме того, при сравнительной оценке результатов измерений и тестов необходимо принимать во внимание, что на объекте тестирования количество абонентов (собственных и гостевых), пользующихся ресурсами и услугами сети каждого оператора, также значительно отличаются.

Представленные результаты отражают позиции операторов в период выполнения работ на маршруте драйв–теста и не распространяются на сети в целом. По мере развития технологий, расширения зон покрытия и емкости сетей, относительные позиции операторов постоянно изменяются. Результаты оценки характеристик сетей и качества услуг на основе драйв–тестов позволяют операторам своевременно планировать оптимальные направления для развития мобильной сети.

Сопоставление результатов расчета характеристик качества сетей, услуг и радиопокрытия с распределением результатов измерений

и неуспешных событий на маршруте драйв–теста позволяет оперативно определить и локализовать участки, на которых зарегистрировано снижение качества услуг и уровня и качества принимаемого сигнала. Дополнительный анализ статистики OSS сети оператора позволит более конкретно определить сектора, которые обеспечивают функционирование сети и сервисов на обнаруженных проблемных участках. Детальный анализ результатов сравнения характеристик сетей совместно со статистикой OSS позволяет подготовить план мероприятий по оптимизации параметров сети, расширению сети в части радиопокрытия и емкости и увеличению пропускной способности транспортной сети.



## О группе компаний DMТel

**Группа компаний DMТel работает на рынке телекоммуникаций в России, СНГ и Грузии с 2008 года. Компания имеет уникальный опыт внедрения и развития инженерных систем на основе собственных технологических разработок, а также решений лидеров мирового рынка систем инженерного обеспечения.**

Спектр предлагаемых решений охватывает все существующие на данный момент задачи с точки зрения анализа, оптимизации и мониторинга различных сетей связи и услуг. Все технические средства и технологии тестирования (Keysight, Sigos, SEMONA, Expandium), дистрибьютором которых является компания DMТel, используются специалистами компании при решении задач.

Компания располагает собственным парком технологического оборудования и транспортных средств, что позволяет обеспечить оперативное развертывание и выполнение работ одновременно на различных объектах на территории России и стран СНГ.

Специалисты компании на регулярной основе с 2010 года выполняют работы по сравнительной оценке качества сервисов и радиопокрытия для операторов мобильной связи. Работы по настройке и оптимизации сетей GSM/WCDMA выполняются с 2009 года, по настройке LTE сетей — с 2012 года. Численность коллектива — более 60 человек. Знания и опыт сотрудников компании

позволяют оперативно решать самые сложные технические задачи в современных сетях мобильной и фиксированной связи, с учетом динамики развития технологий и сетевого оборудования.

За годы работы DMТel реализовал более 30 крупных проектов в области телекоммуникаций. Среди заказчиков компании — крупнейшие российские организации, производители сетевого оборудования и операторы СНГ: ПАО «МегаФон», ПАО «МТС», ПАО «ВымпелКом», ПАО «Ростелеком», Huawei, NSN, ТОО «Кар-Тел», СООО «МТС», ПрАО «МТС Украина» и т.д.