

Качество мобильной связи в Новосибирской агломерации

Лето 2026





Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое проведено на территории Новосибирской агломерации, включающей города Новосибирск, Бердск, Обь, Краснообск и Кольцово. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества услуг мобильной связи выполнены в период с 03 по 09 июня 2026 г. на маршруте общей протяженностью около 1194 км.

Для расчета итоговой интегральной оценки используются показатели качества голосовой связи и мобильного интернета, а также характеристики радиопокрытия (см. Рисунок 1).

На основе таких показателей рассчитываются единые интегральные оценки, которые отражают относительные позиции операторов (рейтинги). Для наглядности приводятся по отдельности рейтинги на основе интегральных оценок качества голосовой связи, мобильного интернета и радиопокрытия в сети LTE.

Итоговые оценки качества услуг связи представлены на диаграмме на Рисунке 2. Единые итоговые оценки характеризуют интегральное качество услуг голосовой связи, мобильного интернета и радиопокрытия. Все единые итоговые оценки ниже максимального значения (1000 бал-

лов), что указывает на наличие в сети каждого оператора факторов, негативно влияющих на качество услуг связи.

Рейтинги на основе интегральных оценок отражают текущее состояние и приоритеты развития сетей.

В Приложении 1 в Таблицах 1–4 для справки приводятся значения основных показателей, которые используются при расчете интегральных оценок. Краткое описание технологии расчета единой интегральной оценки приводится в Приложении 4.

При исследовании использовались показатели, отражающие качество услуг в сетях ведущих операторов подвижной радиотелефонной связи РФ: ПАО «ВымпелКом» (билайн), ПАО «МТС» (МТС), ПАО «МегаФон» (МегаФон), ООО «Т2 Мобайл» (Т2). В качестве ведущих крупнейших операторов рассматриваются операторы, оказывающие услуги подвижной радиотелефонной связи, имеющие инфраструктуру для оказания услуг в большей части регионов РФ (более 50% регионов) по данным Публичного [реестра инфраструктуры связи и телерадиовещания РФ](#), оказывающие услуги без использования бизнес-модели виртуальных сетей подвижной ра-

Рисунок 1.

Потребительские свойства показателей, характеризующих наличие радиосигнала и качество сервисов

Т.11

Радиопокрытие

Показатели радиопокрытия характеризуют наличие уровней радиосигнала, достаточных для подключения к сети LTE, и охват маршрута драйв-теста радиопокрытием



Мобильный интернет

Показатели качества мобильного интернета характеризуют возможность успешно подключиться к интернету, а также быстро, без замедлений и перерывов отправить или загрузить данные.



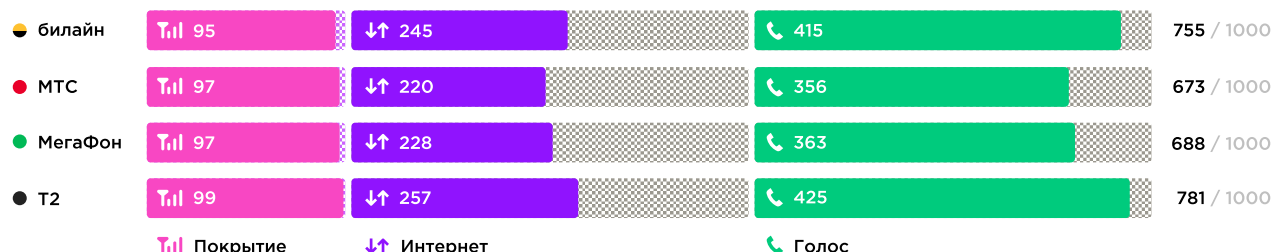
Голосовая связь

Показатели качества голосовой связи отражают возможность быстро и успешно дозвониться, поговорить без обрыва соединения и без искажений голоса собеседника

диотелефонной связи не менее чем в трех стандартах (2G, 3G, 4G) согласно [Реестра лицензий в области связи](#), а также занимающие доминирующее положение на рынке услуг подвижной радиотелефонной связи на территории РФ в соответ-

ствии с частью 3 статьи 5 Федерального закона от 26.07.2006 № 135-ФЗ «О защите конкуренции» согласно аналитических отчетов ФАС России (<https://fas.gov.ru/documents/687597>, <https://fas.gov.ru/documents/688631> и последующие).

Рисунок 2.
Распределение итоговых интегральных оценок



Т2 занимает первую позицию в рейтинге оценок качества услуг мобильной связи. Итоговые оценки по качеству голосовой связи, по качеству мобильного интернета и по радиопокрытию соответствуют первой позиции в сети Т2.



Билайн следует за Т2 и находится на второй позиции рейтинга итоговых оценок. Билайн уступает Т2 и занимает вторую позицию по качеству мобильного интернета и голосовой связи. Оценка радиопокрытия в сети LTE билайна соответствует третьей позиции.

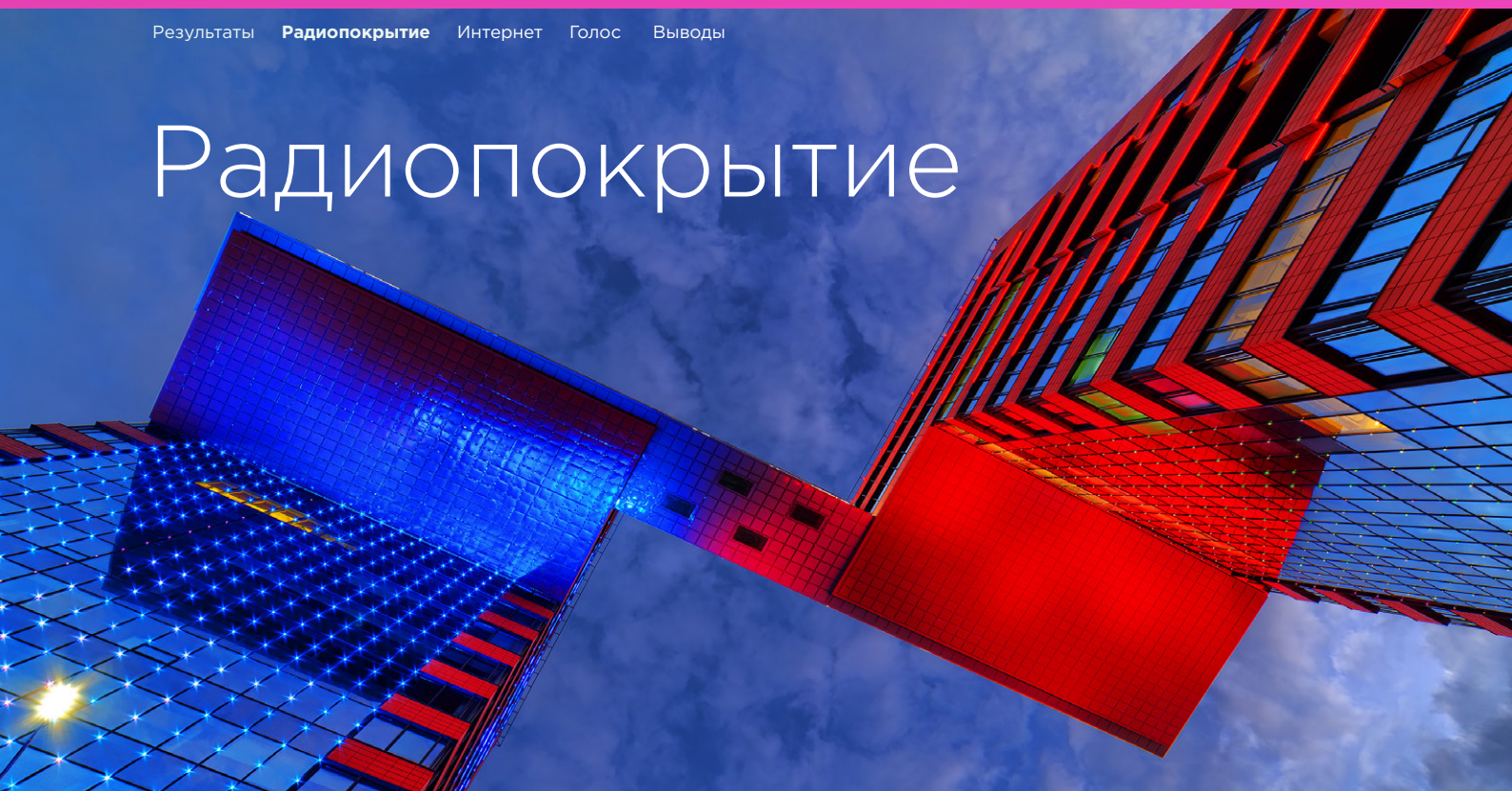


МегаФон находится на третьей позиции в рейтинге. По радиопокрытию МегаФон разделяет с МТС вторую позицию. По качеству мобильного интернета и голосовой связи МегаФон находится на третьей позиции.



МТС уступает МегаФону и занимает четвертую позицию рейтинга. По радиопокрытию МТС разделяет с МегаФоном вторую позицию. По качеству голосовой связи и мобильного интернета МТС также показывает наименьшие оценки и находится на четвертой позиции.

Радиопокрытие



Для расчета интегральной оценки радиопокрытия используются показатели, характеризующие условные предельные уровни радиосигнала, достаточные для подключения к сети LTE, а также охват маршрута драйв-теста радиопокрытием (см. Приложение 1, Таблица 4).

Распределение интегральных оценок радиопокрытия приводится на диаграмме (см. Рисунок 3).

-  **T2** опережает конкурентов и занимает первую позицию по радиопокрытию сети LTE.
-   **МТС и МегаФон** демонстрируют одинаковые оценки и разделяют вторую позицию.
-  **Билайн** уступает конкурентам и находится на четвертом месте рейтинга оценок радиопокрытия.

На территории Новосибирской агломерации, которая включает в себя города Новосибирск, Бердск, Обь, Краснообск и Кольцово, операторы билайн, МТС, МегаФон и Т2 обеспечивают непрерывное радиопокрытие: уровни принимаемого радиосигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm не

зарегистрированы на маршруте драйв-теста. При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -94 dBm и составляет 0.59%. В сети МегаФон доля значений RSRP Best ниже порога -94 dBm составляет 1.70%. В сети МТС доля значений уровня сигнала RSRP Best ниже -94 dBm немного больше и составляет 1.82%. Наибольшая доля значений RSRP Best ниже порога -94 dBm отмечена в сети билайна и равна составляет 3.37%.

В итоге по совокупности характеристик Т2 демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию по радиопокрытию сети LTE. МТС и МегаФон показывают одинаковый результат и разделяют вторую позицию, отставая от Т2 на два балла. В сети билайна оценка на два балла ниже, чем в сетях МТС и МегаФон, и соответствует третьей позиции.

Рисунок 3.
Распределение итоговых интегральных оценок радиопокрытия



Мобильный интернет



Для расчета интегральной оценки качества услуг мобильного доступа в интернет используются показатели, характеризующие возможность быстро и успешно получить доступ к ресурсу интернета, отправить или загрузить данные, а также воспроизвести запрошенный контент без задержки и искажений, в реальном времени, в полном объеме и без неожиданной остановки.

Распределение итоговых интегральных оценок качества услуг на основе передачи данных приводятся на диаграмме (см. Рисунок 4).

- 1 **T2** демонстрирует наибольшую итоговую оценку и занимает первую позицию по качеству мобильного интернета.
- 2 **Билайн** следует за T2 и занимает вторую позицию по совокупности характеристик качества мобильного интернета.
- 3 **МегаФон** отстает от билайна и находится на третьей позиции.
- 4 **МТС** показывает наименьшую оценку и занимает четвертую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета.

T2 демонстрирует наилучший результат по скоростным характеристикам сервиса HTTP DL. В частности, в сети T2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 23 Мбит/с, что заметно больше, чем в сетях конкурентов. Кроме того, в сети T2 значения показателей средней и предельных скоростей заметно выше, чем в сетях конкурентов.

Наличие высоких скоростей, кратно превышающих значение 4 Мбит/с, снижает риски ухудшения качества сервисов при увеличении количества пользователей с учетом качества радиопокрытия и текущей нагрузки. Преобладание высоких скоростей является важным преимуществом, особенно в часы пик. Такое преимущество реализуется, если обеспечиваются условия для успешной загрузки контента из интернета.

По стабильности скоростей сервиса HTTP DL T2 также показывает наилучший результат: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.07%, что значительно меньше, чем в сетях конкурентов. Провалы скорости значительно увеличивают риски нарушений в работе и неуспешного завершения приложения на основе доступа в интернет.

Рисунок 4.
Распределение итоговых оценок качества качества сервисов мобильного интернета



По успешности сервисов HTTP DL и WEB Browsing T2 уступает только билайну, а по успешности загрузки HTTP UL – билайну и МТС. По характеристикам скорости загрузки WEB-страницы в целом T2 опережает конкурентов. В сети T2 90% значений скоростей сервиса HTTP UL выше примерно 4 Мбит/с. Кроме того, в сети T2 значения показателей средней и предельных скоростей ниже, чем в сетях конкурентов.

В результате по совокупности показателей T2 занимает первую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета.

Билайн демонстрирует наилучшие результаты по успешности сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing: доли неуспешных сессий равны 0.55%, 0.24% и 0.13%; соответственно. По скоростям сервиса HTTP DL в целом билайн уступает T2, но опережает МТС и МегаФон: 90% значений скоростей выше 18 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL билайн немного уступает T2, но заметно опережает МТС и МегаФон: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.13%. В сети билайна 90% значений скоростей сервиса HTTP UL выше 4 Мбит/с. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL билайн уступает МегаФону, но опережает T2. Билайн и МТС демонстрируют близкие результаты по показателям средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL. Скорости загрузки WEB-страницы у билайна немного хуже, чем у T2.

В итоге по совокупности показателей качества мобильного интернета билайн находится на второй позиции.

МегаФон уступает T2 и билайну по успешности сервиса HTTP DL. По успешности сервисов HTTP UL и WEB Browsing МегаФон отстает от конкурентов. По совокупности скоростных характеристик сервиса HTTP DL МегаФон уступает T2 и билайну, но опережает МТС. В частности, в сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 11 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МегаФон заметно уступает конкурентам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.43%. В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP UL выше 4 Мбит/с. При этом в сети МегаФона отмечены наилучшие значения показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL.

В результате МегаФон уступает билайну и смещается на третью позицию рейтинга по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

МТС уступает конкурентам по успешности и по всем скоростным характеристикам сервиса HTTP DL. В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 10 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МТС уступает билайну и T2, но опережает МегаФон: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.32%. В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP UL выше 6 Мбит/с. При этом МТС и билайн показывают близкие результаты по показателям средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL.

В итоге МТС по совокупности показателей получает наименьшую оценку и занимает четвертую позицию.

Голосовая СВЯЗЬ

Интегральная оценка качества услуг голосовой связи характеризует возможность быстро и успешно дозвониться, чтобы совершить телефонный разговор без обрыва и искажений голоса собеседника. Распределение итоговых интегральных оценок качества услуг голосовой связи приводится на диаграмме (см. Рисунок 5).

В Приложении 1 в Таблице 1 приводится список и значения показателей, на основе которых оценивается качество услуг голосовой связи.

- 1 **T2** демонстрирует наибольшую итоговую оценку качества услуг голосовой связи.
- 2 **Билайн** следует за T2 и занимает вторую позицию по качеству голосовых соединений.
- 3 **МегаФон** уступает T2 и билайну по совокупности показателей качества голосовой связи и занимает третью позицию.
- 4 **МТС** уступает конкурентам по качеству голосовой связи и находится на четвертой позиции.

T2 и билайн демонстрируют одинаковые и наилучшие результаты по доступности голосо-

вой связи: значения доли отказов равны 0.19%, что многократно меньше, чем в сетях конкурентов. По надежности голосовых соединений T2 также значительно опережает других операторов: доля обрывов равна 0.38%. Кроме того, в сети T2 преобладает высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.20 MOS, что соответствует оценке «отлично». При этом в сети T2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» и составляет 0.20%. В сети T2 90% значений времени установления соединения ниже 3.83 с, что немного хуже, чем в сети билайна. Небольшое отставание от билайна по скорости соединения не оказывает существенного влияния на итоговую оценку.

В результате по совокупности показателей качества голосовой связи T2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и уверенно занимает первое место, заметно опережая конкурентов.

Билайн не уступает T2 по доступности голосовой связи: доля отказов составляет 0.19%. По надежности голосовых соединений билайн уступает T2 и МегаФону, но немного опережает МТС: доля обрывов равна 0.84%. В сети билайна также

Рисунок 5.
Распределение итоговых оценок качества услуг голосовой связи



преобладает высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.19 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у билайна примерно в два раза больше, чем у Т2, и равна 0.43%. По времени установления соединения билайн опережает конкурентов: 90% значений времени установления соединения ниже 3.29 с. Отставание от Т2 по надежности голосовых соединений оказывает заметное влияние на итоговую оценку.

В результате оценка качества голосовой связи в сети билайна ниже, чем в сети Т2, что приводит к смещению билайна на вторую позицию.

МегаФон существенно отстает от Т2 и билайна по доступности голосовой связи: доля отказов составляет 1.81%. По надежности голосовых соединений МегаФон уступает только Т2: доля обрывов равна 0.78%. В сети МегаФона 90% оценок качества речи выше 4.03 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МегаФона значительно больше, чем у Т2 и билайна, и равна 0.94%. В сети МегаФона 90% значений времени установления соединения ниже 3.72 с, что немного хуже, чем в сети билайна.

В итоге оценка качества голосовой связи в сети МегаФона значительно ниже, чем в сети билайна и соответствует третьей позиции.

МТС уступает конкурентам по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 2.04% и 0.85% соответственно. В сети МТС 90% оценок качества речи выше 4.18 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МТС заметно больше, чем у конкурентов, и равна 1.17%. В сети МегаФона 90% значений времени установления соединения ниже 5.04 с, что заметно хуже, чем в сетях конкурентов.

В результате МТС показывает наименьшую оценку и смещается на четвертую позицию

Выводы



T2 занимает лидирующую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на территории Новосибирской агломерации, включающей в себя города Новосибирск, Бердск, Обь, Краснообск и Кольцово. По совокупности оценок качества услуг голосовой связи, сервисов мобильного интернета и радиопокрытия T2 опережает конкурентов.

Оценка радиопокрытия сети LTE T2 на один балл ниже максимальной и соответствует первой позиции.

T2 демонстрирует наибольшую оценку и занимает первую позицию по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

T2 опережает конкурентов по качеству голосовой связи. T2 демонстрирует наилучшие результаты в части возможности успешно пользоваться голосовой связью с наименьшими рисками отказов, обрывов и искажений голоса до неприемлемого уровня. Кроме того, в сети T2 преобладает высокое качество речи, соответствующее оценке «отлично» по шкале MOS (не менее 90%).

В итоге по сумме оценок T2 занимает первую позицию рейтинга с большим отрывом от других конкурентов и обладает самым широким покрытием мобильной связи.



Билайн следует за T2 и находится на второй позиции в общем рейтинге по совокупности оценок.

По радиопокрытию сети LTE Билайн уступает конкурентам. Отставание по радиопокрытию не оказывает существенного влияния на итоговую оценку.

Билайн следует за T2 и занимает вторую позицию по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета. Отставание от T2 по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и WEB Browsing оказывает заметное негативное влияние на интегральную оценку.

Билайн уступает T2 по качеству голосовой связи и занимает вторую позицию.

В результате Билайн находится на второй позиции итогового рейтинга.



МегаФон находится на третьей позиции рейтинга.

По радиопокрытию МегаФон разделяет с МТС вторую позицию.

МегаФон следует за T2 и Билайном и занимает третью позицию по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

МегаФон отстает от T2 и Билайна по качеству голосовой связи и находится в итоге на третьей позиции.



МТС уступает МегаФону и занимает четвертую позицию рейтинга.

МТС разделяет с МегаФоном вторую позицию по радиопокрытию.

По совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета МТС уступает конкурентам.

МТС уступает конкурентам по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на четвертой позиции.

Отставание МТС от конкурентов как по качеству мобильного интернета, так и по качеству голосовой связи приводит к смещению на четвертую позицию рейтинга.

Показатели качества

Ниже в таблицах приводятся значения показателей качества услуг (KPI), а также характеристик радиопокрытия, на основе которых выполнен расчет интегральных оценок. В таблицах используются оригинальные названия показателей качества сети и услуг на английском языке, применяемые на практике и в специальной литературе, включая технические спецификации ETSI и документы ITU. Для справки приводятся также соответствующие эквивалентные названия на русском языке.

Для расчета оценок радиопокрытия используются два условных пороговых значения уровня принимаемого радиосигнала. Первое значение (-114 dBm) характеризует границы радиопокрытия в условиях прямой видимости между базовой станцией и абонентским устройством (открытое пространство). Второе значение порога (-94 dBm для населенных пунктов и -104 dBm — для автодорог) отражает возможное влияние типовых препятствий (салон автомобиля, помещение, география местности и др.).

Таблица 1.
Показатели качества услуг голосовой связи

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	T2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	0.19	2.04	1.81	0.19
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	0.84	0.85	0.78	0.38
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	0.43	1.17	0.94	0.20
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.45	4.42	4.39	4.47
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижний дециль, [MOS]	4.19	4.18	4.03	4.20
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	2.90	3.45	3.30	3.29
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхний дециль, сек.	3.29	5.04	3.72	3.83

Таблица 2.
Показатели качества услуг передачи данных DL

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	T2
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.45	97.00	99.07	99.08
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	57.64	47.25	58.15	90.28
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.13	0.32	0.43	0.07
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижний дециль, Мбит/с	18.37	9.56	11.33	22.82
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхний дециль, Мбит/с	105.33	96.49	120.32	176.46
WEB Browsing					
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	99.87	99.58	99.17	99.70
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.46	2.50	2.60	2.41
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхний дециль, сек.	3.33	3.28	3.07	3.11

Таблица 3.
Показатели качества услуг передачи данных UL

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	T2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	99.76	99.65	98.67	99.07
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	16.15	17.21	20.96	14.31
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.00	0.00	0.24	0.00
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижний дециль, Мбит/с	3.96	5.69	3.52	3.88
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхний дециль, Мбит/с	29.07	28.61	43.71	26.69

Таблица 4.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	T2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.00	0.00	0.00	0.00
RSRP Best > -94 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -94 dBm, %	96.63	98.18	98.30	99.41

Технические характеристики

В Таблицах 1–2 приводятся распределения технологий и речевых кодеков, зарегистрированных тестовыми устройствами в активном режиме во время голосового соединения для всей области в целом.

	билайн	МТС	МегаФон	T2
GSM 900, %	0.19	0.36	0.13	0.00
GSM 1800, %	0.00	0.00	0.00	0.54
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	0.00	0.02	1.48	0.90
LTE 800 band 20, %	0.39	0.00	0.15	1.32
LTE 900 band 8, %	0.00	0.37	10.57	0.00
LTE 1800 band 3, %	24.96	50.42	23.41	72.08
LTE 2100 band 1, %	56.05	33.61	26.86	17.18
LTE 2600 band 7, %	18.41	8.90	37.41	4.84
LTE 2600 band 38, %	0.00	6.33	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	3.13

Таблица 1.
Распределение сервирующих технологий во время разговора

	билайн	МТС	МегаФон	T2
4G (VoLTE)				
EVS, %	95.11	95.27	50.00	96.44
AMR WB, %	4.89	4.62	46.95	3.50
AMR NB, %	0.00	0.11	3.05	0.06
3G				
AMR WB, %	0.00	100.00	99.27	100.00
AMR NB, %	0.00	0.00	0.73	0.00
2G				
FR, %	-	-	-	-
EFR, %	-	-	-	-
AMR WB, %	100.00	82.50	75.87	48.98
AMR NB, %	0.00	17.50	24.13	51.02

Таблица 2.
Распределение речевых кодеков

В таблицах 3–7 приводится распределение технологий, функций, режимов, зарегистрированных тестовыми устройствами при передаче данных для всей области в целом.

	билайн	МТС	МегаФон	T2
GSM 900, %	0.00	0.00	0.02	0.00
GSM 1800, %	0.00	0.00	0.00	0.21
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	0.00	0.00	1.42	0.97
LTE 800 band 20, %	0.04	0.00	0.28	1.22
LTE 900 band 8, %	0.03	0.00	5.67	0.00
LTE 1800 band 3, %	59.32	61.76	25.82	61.34
LTE 2100 band 1, %	38.61	27.50	18.22	28.82
LTE 2600 band 7, %	2.00	8.95	48.57	2.83
LTE 2600 band 38, %	0.00	1.79	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	4.61

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

	билайн	МТС	МегаФон	T2
Non-CA LTE 800, %	0.02	0.00	0.12	0.06
Non-CA LTE 900, %	0.02	0.00	2.14	0.00
Non-CA LTE 1800, %	10.41	8.88	8.04	1.51
Non-CA LTE 2100, %	4.17	5.16	5.08	0.39
Non-CA LTE 2600, %	0.31	1.75	7.57	0.06
Non-CA LTE 2600 (TDD), %	0.00	1.71	0.00	0.00
Non-CA LTE 2300 (TDD), %	0.00	0.00	0.00	0.03
LTE 2CC, %	44.89	25.10	21.68	14.05
LTE 3CC, %	32.16	28.32	20.02	33.89
LTE 4CC, %	8.03	29.07	35.16	33.52
LTE 5CC, %	0.00	0.00	0.19	16.49

Таблица 4.
Распределение режимов агрегации частот

	билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	3.83	8.90	8.07	6.17
16QAM, %	26.48	28.54	22.22	18.06
64QAM, %	48.73	47.08	45.89	62.51
256QAM, %	20.96	15.47	23.83	13.26

Таблица 5.
Распределение типов модуляции DL

	билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	11.15	8.16	23.30	20.17
16QAM, %	25.22	22.41	30.00	38.27
64QAM, %	63.63	69.43	46.70	41.56
256QAM, %	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 6.
Распределение типов модуляции UL

	билайн	МТС	МегаФон	T2
MIMO not used, %	20.69	23.55	34.61	8.30
MIMO 2x2, %	78.08	72.63	65.01	83.83
MIMO 4x4, %	1.23	3.81	0.38	7.88

Таблица 7.
Распределение режимов работы MIMO

Кратко о технологии выполнения тестов

Сравнительная оценка выполнена на основе анализа результатов драйв-теста, протяженность маршрута которого составляет около 1194 км. Маршрут драйв-теста охватывает города Новосибирск, Бердск, Обь, Краснообск и Кольцово. Важно принимать во внимание, что полученные результаты отражают технические возможности сетей, зарегистрированные на маршруте драйв-теста в период выполнения работ.

Для измерений и тестов использовались тестовые устройства на основе самых современных моделей типовых абонентских телефонов в составе программно-аппаратного комплекса Nemo (Рисунок 6). Аналитика и обработка результатов выполнены с помощью платформы SEMONA. Контроль характеристик качества услуг связи выполнен с помощью смартфонов Sony Xperia 1 III. Тестовые устройства обеспечивают корректные результаты с учетом всех современных технологий и функций (включая DC-HSPA, LTE, LTE CA, VoLTE, MIMO 2x2/4x4), реализованных в сети каждого оператора в период проведения работ. В процессе исследования тестовые телефоны находились в режиме свободного выбора технологии 2G, 3G или 4G.

При движении по маршруту драйв-теста выполнено 4250 повторяющихся голосовых соединений типа «мобильный — мобильный» длительностью 120 секунд, а также 12061 сессий загрузки данных одновременно в сети каждого оператора. Каждая сессия

загрузки данных включает серию тестов загрузки файла (Downlink и Uplink) фиксированной длительности (FDTT, см. ETSI TR 102678) и «эталонной» web-страницы (Kepler Web Reference Page, см. ETSI TR 102505).

Для объективности оценки качества голосовой связи в реальном времени автоматически сравнивались принятый и исходный образцы речи (формат SWB) с помощью алгоритма [POLQA v3](#) (ITU-T P.863 и P.863.1).

Градации экспертных оценок воспринимаемого качества речи, которые характеризуют степени удовлетворенности абонентов на маршруте драйв-теста (см. <https://dmtel.ru/181120/>):

«неприемлемо» — 1.0–1.50 MOS, низкая разборчивость речи и наличие искажений, при которых невозможно продолжать разговор;

«плохо» — 1.50–2.60 MOS, возможность обмена речевой информацией, но со значительными ограничениями, в частности, искажениями звуков и снижением разборчивости речи, которые могут приводить к необходимости многократно повторять отдельные слова;

«удовлетворительно» — 2.60–3.20 MOS, возможность обмена речевой информацией, но с ограничениями, в частности, искажениями звуков и снижением разборчивости речи, которые могут приводить к необходимости повторять отдельные слова;



Рисунок 6.
Измерительный комплекс, установленный в автомобиле

«хорошо» — 3.20–3.70 MOS, качество и разборчивость речи, достаточные для успешной коммуникации;

«отлично» — 3.70–4.75 MOS, наилучшее качество, при котором практически сохраняются натуральность и тембр голоса собеседника, а слушающий практически не ощущает разницу между разговором по телефону и живой речью. Такое качество позволяют реализовать, например, современные кодеки EVS в сетях на основе технологии VoLTE.

Такая классификация оценок позволяет сопоставлять клиентский опыт и результаты автоматизированной объективной оценки качества принимаемой речи в современных сетях мобильной связи.

Для справки приводится соответствие типов сервисов пороговым значениям скоростей, необходимых для стабильной (без прерываний) загрузки принимаемого контента со стороны интернета (HTTP DL):

0.3 Мбит/с — обмен текстовыми сообщениями в мессенджерах, совершение аудио и видеозвонков в мессенджерах, определение географического местоположения и навигация, прослушивание онлайн музыки;

1 Мбит/с — обмен данными в социальных сетях, просмотр видео в формате 360p, просмотр WEB-страниц;

2 Мбит/с — просмотр видео в формате 480p, совершение групповых видеозвонков в мессенджерах, онлайн игры;

4 Мбит/с — просмотр видео высокого качества в формате 720p (HD), групповые видеоконференции;

8 Мбит/с — просмотр видео высокого качества в формате 1080p (Full HD).

Соответствие типов сервисов пороговым значениям скоростей доставки контента от абонента в направлении Интернета (HTTP UL):

0.1 Мбит/с — аудиозвонки через OTT и системы конференц-связи;

0.6 Мбит/с — социальные сети, видеозвонки (SD качество) или видеоконференция 1:1;

1.5 Мбит/с — видеозвонки (HD качество), групповые видеоконференции (HD качество), онлайн игры и прямые трансляции (высокое качество);

3 Мбит/с — групповые видеоконференции (Full HD качество) и прямые трансляции (HD качество);

5 Мбит/с — прямые трансляции в Full HD формате.

Порядок расчета единой интегральной оценки

Расчет единой оценки в баллах включает последовательные действия по взвешиванию и агрегации показателей (метрик) для разных типов сервисов и категорий услуг. Итоговая интегральная оценка рассчитывается на основе интегральных оценок для каждого сервиса. Рекомендации по процедуре расчета оценок на разных уровнях агрегации приводятся в отчете ETSI TR 103 559.

В качестве исходных данных используются совокупности показателей (KPI – Key Performance Indicator), которые объединяются в группы в соответствии с типами тестов. Показатели составляют первый или начальный уровень агрегации. Каждый показатель KPI нормируется и взвешивается для последующего суммирования. Полученные интегральные оценки, рассчитанные для каждого типа теста (сервиса), объединяются в группы в соответствии с категориями услуг мобильной связи и затем используются для расчета единой итоговой оценки

Для каждой услуги разрабатываются сценарии, реализующие автоматическое повторение тестов. В состав сценария обычно входят разные типы тестов, имитирующих характерное поведение абонента: голосовая связь, просмотр видео, отправка данных в интернет, загрузка данных из интернета и др. На Рисунке 7 для наглядности приводится схема агрегации показателей и оценок, используемых в данном исследовании, с указанием весовых коэффициентов для разных типов сервисов.

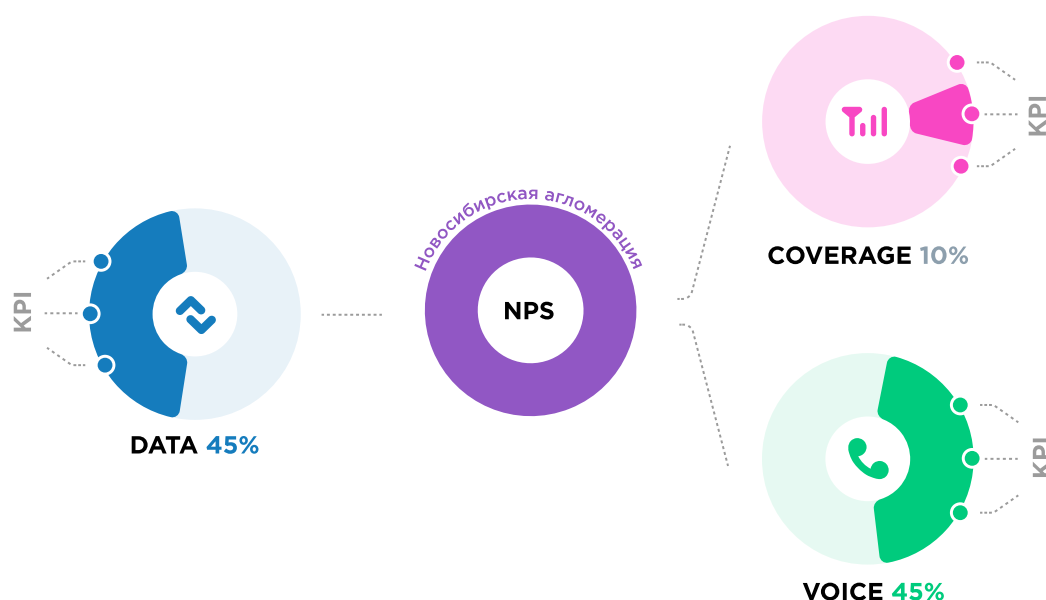


Рисунок 7.
Схема агрегации показателей и оценок