Качество мобильной связи в Челябинской области

Осень 2026

dmtel

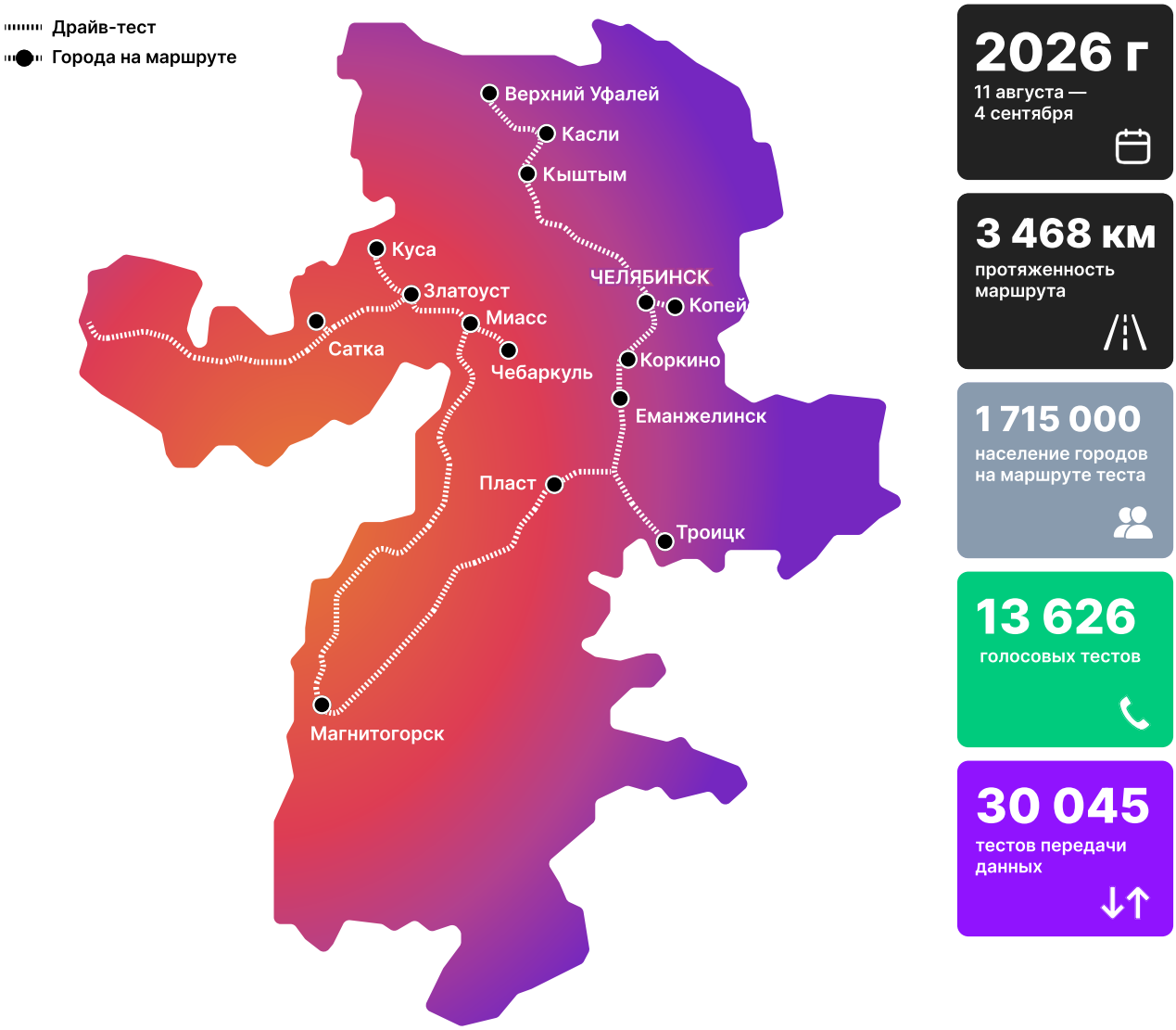


Рисунок 1.
Карта маршрута

Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое впервые проведено на территории Челябинской области. Масштабное исследование позволяет оценить качество услуг, предоставляемых абонентам в городах Челябинск, Чебаркуль, Еманжелинск, Касли, Кыштым, Копейск, Коркино, Куса, Магнитогорск, Миасс, Пласт, Сатка, Троицк, Верхний Уфалей и Златоуст, а также на автомобильных дорогах, соединяющих эти города. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества услуг мобильной связи выполнены в период с 11 августа по 4 сентября 2026 г. на маршруте общей протяженностью около 3468 км (см. Рисунок 1).

Для расчета итоговой интегральной оценки используются показатели качества голосовой связи и мобильного интернета, а также характеристики радиопокрытия (см. Рисунок 2).

Рисунок 2.
Потребительские свойства показателей, характеризующих наличие радиосигнала и качество сервисов

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

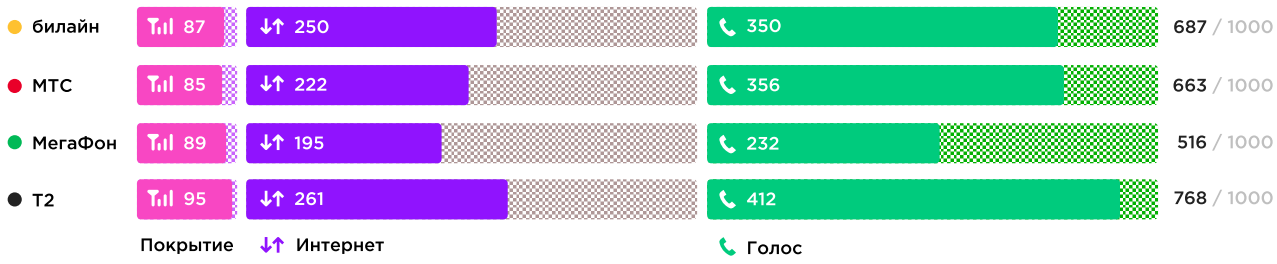
На основе таких показателей рассчитываются единые интегральные оценки, которые отражают относительные позиции операторов (рейтинги).

Для наглядности приводятся по отдельности рейтинги на основе интегральных оценок для каждой категории объектов: областной центр, областные населенные пункты и автодороги. Кроме того, в тексте отчета показаны рейтинги на основе интегральных оценок для услуг голосовой связи, услуг мобильного доступа в интернет и радиопокрытия в сети LTE для каждой категории объектов.

Итоговые оценки качества услуг связи представлены на диаграмме на Рисунке 3. Единые итоговые оценки характеризуют интегральное качество услуг голосовой связи, мобильного интернета и радиопокрытия. Все единые итоговые оценки ниже максимального значения (1000 баллов), 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.

Рисунок 3.
Распределение итоговых интегральных оценок



Т2 занимает первую позицию в рейтинге оценок качества услуг мобильной связи на территории Челябинской области. Итоговые оценки радиопокрытия, а также качества мобильного интернета и голосовой связи в сети Т2 соответствуют первой позиции.

Билайн следует за Т2 и находится на второй позиции рейтинга итоговых оценок. В сети билайна оценка качества мобильного интернета ниже, чем в сети Т2, и соответствуют второй позиции. Итоговые оценки как по радиопокрытию, так и по качеству голосовой связи в сети билайна соответствуют третьей позиции.

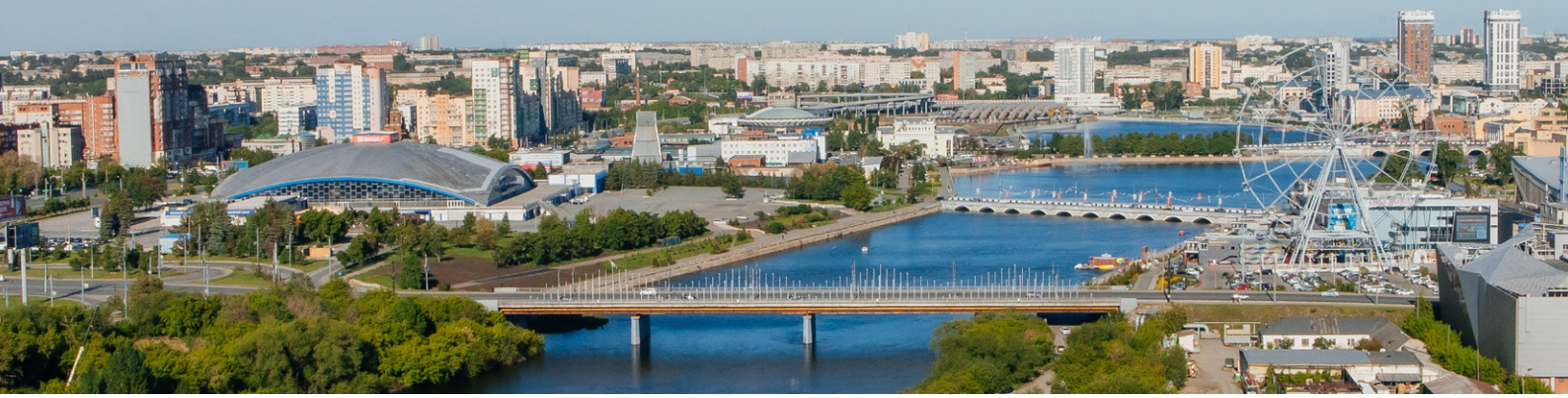
МТС находится на третьей позиции в рейтинге. По качеству голосовой связи МТС следует за Т2 и находится на второй позиции. По качеству мобильного интернета МТС уступает Т2 и билайну, и занимает третью позицию. По радиопокрытию МТС уступает конкурентам.

МегаФон уступает МТС и занимает четвертую позицию рейтинга. В сети МегаФона оценки качества мобильного интернета и голосовой связи ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствуют четвертой позиции. По радиопокрытию МегаФон уступает только Т2 и находится на второй позиции.

В Приложении 1 в Таблицах 1–12 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 радиотелефонной 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 соответствии 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).

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, Таблицы 4, 8 и 12).

Распределение интегральных оценок радиопокрытия приводится на диаграмме (см. рис. 4).

- **T2** опережает конкурентов и занимает первую позицию по радиопокрытию в сети LTE.
- **МегаФон** следует за T2, уступая шесть баллов по итоговой оценке.
- **Билайн** уступает МегаФону два балла и находится на третьей позиции рейтинга.
- **МТС** отстает от конкурентов и находится на четвертом месте итогового рейтинга оценок радиопокрытия.

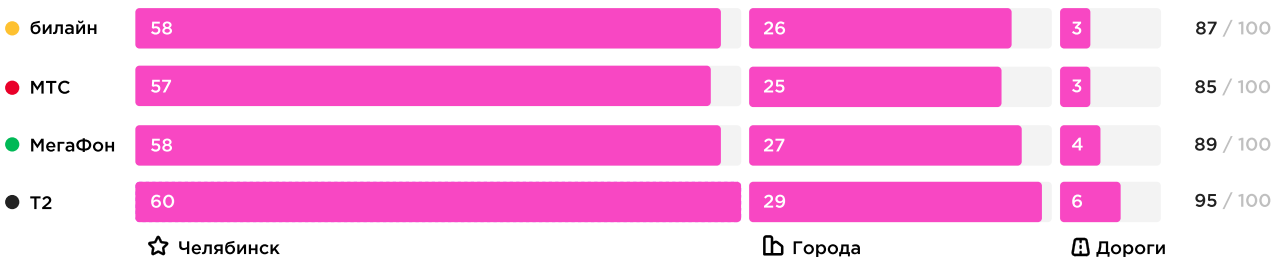
В Челябинске все операторы обеспечивают непрерывное радиопокрытие: уровни принимаемого радиосигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm не зарегистрированы на маршруте драйв-теста. При этом в сети T2 отмечена наименьшая относительная протяженность участков, на которых уровень сигнала RSRP Best ниже -94 dBm и составляет 0.33%. В сетях билайна и МегаФона общая относительная протяженность таких участков заметно больше и равна 1.31% и 1.92% соответственно. В сети МТС относительная протяженность таких участков значительно больше, чем в сетях конкурентов, и составляет 3.39%.

В итоге по совокупности характеристик T2 демонстрирует наибольшую и максимальную оценку, и занимает первую позицию по радиопокрытию в Челябинске. Билайн и МегаФон показывают одинаковую оценку и разделяют вторую позицию. МТС отстает от билайна и МегаФона всего на один балл и занимает третью позицию.

В городах T2 обеспечивает наилучшее и непрерывное радиопокрытие: участки, на которых отсутствует радиопокрытие (уровень сигнала RSRP Best ниже -114 dBm) не зарегистрированы на маршруте драйв-теста. В сети МегаФона отмечено практически непрерывное радиопокрытие: общая относительная протяженность таких участков равна 0.03%. В сетях билайна и МТС доля значений уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm составляет 0.31% и 0.25% соответственно.

Кроме того, в городах в сети T2 отмечена наименьшая относительная протяженность участков, на которых уровень сигнала RSRP Best ниже

Рисунок 4.
Распределение итоговых интегральных оценок радиопокрытия



-94 dBm и составляет 1.88%. В сети МегаФона общая относительная протяженность таких участков многократно больше и равна 5.39%. В сети билайна доля таких участков еще больше и равна 6.70%. В сети МТС относительная протяженность таких участков значительно больше, чем в сетях конкурентов, и составляет 9.00%.

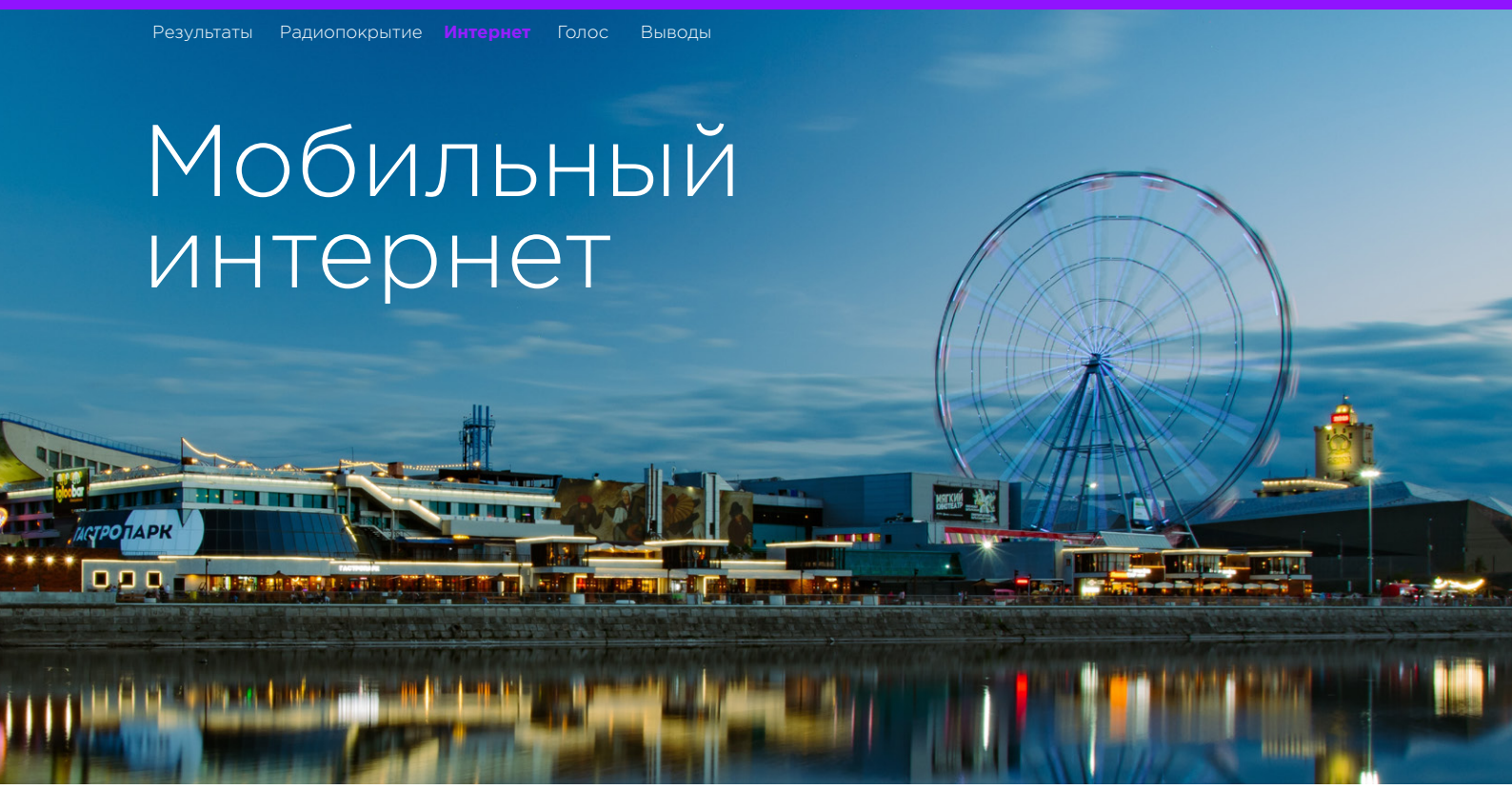
В результате Т2 демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию по радиопокрытию в городах. МегаФон отстает от Т2 на два балла и находится на второй позиции. Билайн уступает МегаФону всего один балл и находится на третьей позиции. МТС занимает четвертую позицию, уступая билайну всего один балл.

На автомобильных дорогах в сетях всех операторов не обеспечивается непрерывное радиопокрытие. Наилучший результат отмечен в сети Т2: доля значений уровня принимаемого радиосигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm равна 4.43%. В сети МегаФона доля значений уровня сигнала ниже порога примерно в два раза больше и равна 9.14%. В сетях билайна и МТС доли значений уровня сигнала ниже порога еще больше и равны 15.55% и 13.26% соответственно.

При этом в сети Т2 отмечена наименьшая относительная протяженность участков, на которых уровень сигнала RSRP Best ниже -104 dBm, и составляет 17.66%. В сети МегаФона общая относительная протяженность таких участков заметно больше и равна 25.41%. В сетях билайна и МТС доли значений уровня сигнала ниже порога -104 dBm еще больше и равны 33.62% и 31.69% соответственно.

В итоге характеристикам радиопокрытия Т2 демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию на дорогах Челябинской области. МегаФон следует за Т2, уступая два балла. Билайн и МТС показывают одинаковую и наименьшую оценку, и разделяют третью позицию.

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 отобразить запрошенный контент без задержки и искажений, в реальном времени, в полном объеме и без неожиданной остановки.

Распределение итоговых интегральных оценок для каждой категории исследуемых объектов, а также общая итоговая оценка качества услуг на основе передачи данных приводятся на диаграмме (см. рис. 5).

1. **Т2** демонстрирует наибольшую итоговую оценку и опережает конкурентов по качеству мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автодорогах Т2 занимает первую позицию.
2. **Билайн** следует за Т2 и занимает вторую позицию по совокупности оценок качества мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автодорогах оценки в сети билайна ниже, чем в сети Т2, и соответствуют второй позиции.
3. **МТС** отстает от билайна и занимает третью позицию по качеству мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автодорогах МТС уступает билайну, и находится на третьей позиции.
4. **МегаФон** уступает конкурентам по совокупности оценок качества мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автодорогах в сети МегаФона отмечены наименьшие оценки и соответствуют четвертой позиции.

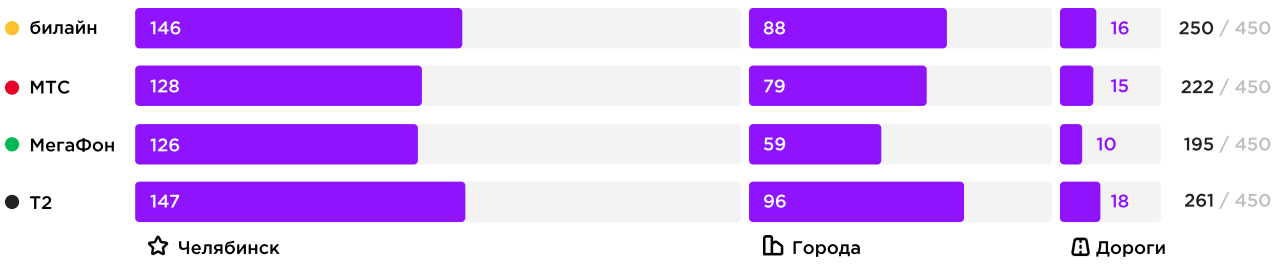


Рисунок 5.
Распределение итоговых оценок качества сервисов мобильного интернета

Челябинск

Т2 демонстрирует наилучшее значение нижнего дециля распределения скоростей сервиса HTTP DL: 90% значений скоростей не ниже примерно 17 Мбит/с. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL Т2 уступает только МегаФону: В сети Т2 10% скоростей (верхний дециль, 90th percentile) выше значения около 100 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети Т2 равна примерно 57 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL наилучшие и одинаковые результаты отмечены в сетях билайна и Т2: доли значений ниже 1 Мбит/с равны 0.05%.

В сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 4 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сети Т2 немного хуже, чем в сети МегаФона, но лучше, чем в сетях билайна и МТС. В сети Т2 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 25 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети Т2 равна примерно 15 Мбит/с. По скоростным характеристикам сервиса WEB Browsing Т2 немного отстает от билайна.

По успешности сервиса HTTP DL МТС и Т2 показывают одинаковые результаты, и почти не уступают билайну. По успешности сервиса HTTP UL билайн и Т2 демонстрируют одинаковые и наилучшие результаты. Доля неуспешных сессий сервиса WEB Browsing в сети Т2 больше, чем в сети билайна, но заметно меньше, чем в сетях МТС и МегаФона.

В результате по совокупности показателей Т2 занимает первую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета в Челябинске.

Билайн отстает от Т2 по скоростям сервиса HTTP DL. В частности, 90% значений скоростей не ниже примерно 15 Мбит/с. Кроме того, в части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL билайн заметно уступает Т2. В сети билайна 10% скоростей выше значения около 83 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети билайна равна примерно 45 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL билайн не уступает Т2.

В сети билайна 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 5 Мбит/с, что немного лучше, чем в сети Т2. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL у билайна хуже, чем у Т2 и МегаФона, но лучше, чем у МТС. В сети билайна 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 24 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети билайна равна примерно 14 Мбит/с. По скоростным характеристикам сервиса WEB Browsing билайн показывает наилучший результат.

По успешности сервиса HTTP DL наилучший результат отмечен в сети билайна: неуспешные сессии не зарегистрированы. По успешности сервиса HTTP UL билайн не уступает Т2. В сети билайна отмечена наименьшая доля неуспешных сессий сервиса WEB Browsing.

В результате билайн уступает Т2 один балл и находится на второй позиции рейтинга по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

МТС уступает конкурентам по большинству показателей скорости сервиса HTTP DL. В частности, 90% значений скоростей не ниже примерно 8 Мбит/с. В сети МТС 10% скоростей выше значения около 88 Мбит/с, что немного лучше, чем в сети билайна. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети МТС ниже, чем в сетях конкурентов, и равна примерно 42 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МТС отстает от билайна и Т2, но опережает МегаФон: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.44%.

В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 3 Мбит/с, что немного лучше, чем в сети МегаФона. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL у МТС хуже, чем у конкурентов. В сети МТС 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 23 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети билайна равна примерно 12 Мбит/с. По скоростным характеристикам сервиса WEB Browsing МТС уступает билайну и Т2, но опережает МегаФон.

По успешности сервиса HTTP DL МТС не уступает Т2. . По успешности сервисов HTTP UL и WEB Browsing МТС отстает от билайна и Т2, но опережает МегаФон.

В результате МТС заметно отстает от билайна и Т2, и смещается на третью позицию рейтинга оценок качества сервисов мобильного интернета.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 10 Мбит/с. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL МегаФон опережает конкурентов. В сети МегаФона 10% скоростей выше значения около 151 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети Т2 равна примерно 70 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МегаФон заметно уступает другим операторам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.80%.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 2 Мбит/с, что является наименьшим значением среди всех операторов. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сети МегаФона выше, чем в сетях конкурентов. В сети МегаФона 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 41 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети МегаФона равна примерно 17 Мбит/с. По скоростным характеристикам сервиса WEB Browsing МегаФон отстает от других операторов.

По успешности сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing МегаФон заметно уступает конкурентам.

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

Города

Т2 демонстрирует наилучшие результаты по скоростным характеристикам сервиса HTTP DL. В частности, в сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 19 Мбит/с, что существенно больше, чем в сетях конкурентов. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL Т2 также опережает конкурентов. В сети Т2 10% скоростей выше значения около 118 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети Т2 равна примерно 66 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL наилучший результат отмечен в сети Т2: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.12%.

В сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 4 Мбит/с, что немного хуже, чем в сети билайна. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях Т2 и билайна отличаются незначительно. В сети Т2 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 15 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети Т2 равна примерно 27 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы Т2 немного отстает от билайна.

По успешности каждого из сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing Т2 демонстрирует наилучшие результаты..

В итоге Т2 уверенно опережает конкурентов и занимает первую позицию.

Билайн отстает от Т2 по скоростям сервиса HTTP DL. В частности, 90% значений скоростей не ниже примерно 14 Мбит/с. Кроме того, в части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL билайн заметно уступает Т2. В сети билайна 10% скоростей выше значения около 78 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети билайна равна примерно 43 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL билайн немного уступает Т2.

В сети билайна 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 5 Мбит/с, что немного лучше, чем в сети Т2. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях Т2 и билайна отличаются незначительно. В сети билайна 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 26 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети билайна равна примерно 15 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы билайн показывает наилучший результат.

По успешности сервиса HTTP DL билайн уступает только Т2. По успешности сервисов HTTP UL и WEB Browsing билайн уступает Т2 и МТС, но опережает МегаФон.

В результате билайн отстает от Т2 на восемь баллов и находится на второй позиции рейтинга по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 9 Мбит/с, что заметно хуже, чем в сетях билайна и Т2, но значительно лучше, чем в сети МегаФона. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL в сети МТС хуже, чем в сети Т2, но лучше, чем в сети билайна. В сети МТС 10% скоростей выше значения около 94 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети МТС равна примерно 45 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МТС уступает билайну и Т2, но существенно опережает МегаФон.

В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 3 Мбит/с, что заметно хуже, чем в сетях билайна и Т2, но лучше, чем в сети МегаФона. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сети МТС хуже, чем в сетях билайна и Т2, но лучше, чем в сети МегаФона. По скоростям загрузки WEB-страницы МТС уступает билайну и Т2, но опережает МегаФон.

По успешности сервиса HTTP DL МТС уступает билайну и Т2, но опережает МегаФон. По успешности сервисов HTTP UL и WEB Browsing МТС уступает только Т2.

В результате МТС смещается на третью позицию, заметно уступая билайну.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 3 Мбит/с, что существенно хуже, чем в сетях других операторов. По показателю средней скорости МегаФон почти не уступает билайну: средняя скорость загрузки данных из интернета равна примерно 43 Мбит/с. В части предельных скоростей МегаФон уступает только Т2: 10% скоростей выше значения около 103 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МегаФон значительно уступает другим операторам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 2.89%.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 1 Мбит/с, что является наименьшим значением среди всех операторов. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сети МегаФона ниже, чем в сетях конкурентов. В сети МегаФона 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 24 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети МегаФона равна примерно 11 Мбит/с. По скоростным характеристикам сервиса WEB Browsing МегаФон значительно отстает от других операторов.

По успешности сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing МегаФон заметно уступает конкурентам.

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

Автомобильные дороги

На автомобильных дорогах Челябинской области в сетях всех операторов отмечены более высокие риски неуспешных сессий сервисов, а также снижения скорости обмена данными, вплоть до значений, при которых невозможно пользоваться приложениями мобильного интернета.

В сети Т2 преобладают наилучшие показателей, характеризующих скорости сервиса HTTP DL. В сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 3 Мбит/с, что немного хуже, чем в сети билайна. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL Т2 заметно опережает конкурентов. В сети Т2 10% скоростей выше значения около 95 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети Т2 равна примерно 42 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL наилучший результат отмечен в сети Т2: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 4.22%.

В сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже примерно 1 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях Т2 и других операторов отличаются незначительно. В сети Т2 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 24 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети Т2 равна примерно 11 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы операторы билайн, МТС и Т2 показывают близкие результаты, и опережают МегаФон.

По успешности сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing Т2 2 демонстрирует наилучшие результаты.

В результате Т2 уверенно опережает конкурентов и занимает первую позицию.

В сети билайна 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 3 Мбит/с. В части показателей средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL билайн уступает Т2. В сети билайна 10% скоростей выше значения около 76 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети билайна равна примерно 35 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL билайн немного уступает Т2.

В сети билайна 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже примерно 1 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях билайна и других операторов отличаются незначительно. В сети билайна 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 25 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети билайна равна примерно 11 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы билайн, МТС и Т2 показывают близкие результаты и опережают МегаФон.

По успешности сервисов HTTP DL и WEB Browsing билайн уступает только Т2. По успешности сервиса HTTP UL билайн уступает МТС и Т2, но опережает МегаФон.

В результате билайн отстает от Т2 на два балла и находится на второй позиции.

В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 2 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP DL в сети МТС хуже, чем в сетях Т2 и билайна. В сети МТС 10% скоростей выше значения около 63 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных из интернета в сети МТС равна примерно 30 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса HTTP DL МТС уступает билайну и Т2, но существенно опережает МегаФон.

В сети МТС 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже примерно 1 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях МТС и других операторов отличаются незначительно. В сети МТС 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 23 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети МТС равна примерно 10 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы билайн, МТС и Т2 показывают близкие результаты и опережают МегаФон.

По успешности сервисов HTTP DL и WEB Browsing МТС уступает билайну и Т2, но опережает МегаФон. По успешности сервисов HTTP UL МТС уступает только Т2.

В результате МТС смещается на третью позицию, уступая билайну один балл.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP DL не ниже примерно 1 Мбит/с, что существенно хуже, чем в сетях других операторов. По показателю средней скорости МегаФон почти не уступает МТС: средняя скорость загрузки данных из интернета равна примерно 30 Мбит/с. В части предельных скоростей МегаФон уступает билайну и Т2: 10% скоростей выше значения около 74 Мбит/с. По стабильности ско-

ростей сервиса HTTP DL МегаФон значительно уступает другим операторам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 11.73%.

В сети МегаФона 90% значений скоростей сервиса HTTP UL не ниже 1 Мбит/с. Показатели средней и предельных скоростей сервиса HTTP UL в сетях МегаФона и других операторов отличаются незначительно. В сети МегаФона 10% скоростей сервиса HTTP UL выше значения около 25 Мбит/с. Средняя скорость загрузки данных в интернет в сети МегаФона равна примерно 10 Мбит/с. По скоростям загрузки WEB-страницы МегаФон уступает конкурентам.

По успешности сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing МегаФон заметно уступает конкурентам.

В итоге МегаФон 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 6). Диаграмма отражает вклад отдельных оценок в единую итоговую интегральную оценку.

В Приложении 1 в Таблицах 1, 5 и 9 приводятся список и значения показателей, на основе которых оценивается качество услуг голосовой связи.

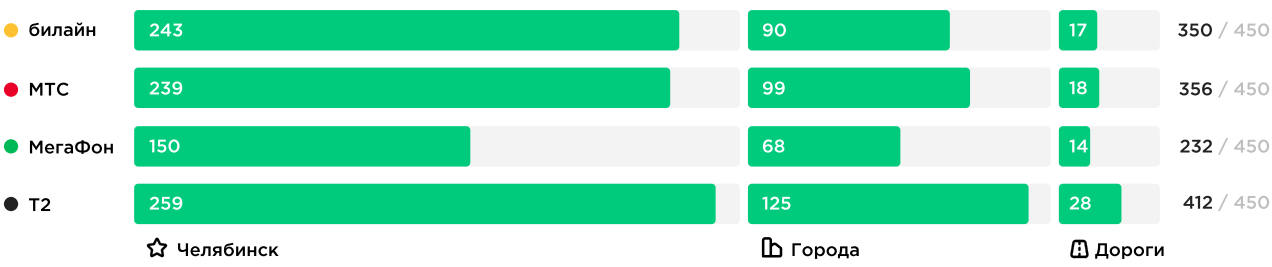
Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку по качеству услуг голосовой связи. В Челябинске, в городах и на автодорогах Т2 занимает первую позицию.

МТС следует за Т2 и занимает вторую позицию в целом по качеству голосовых соединений. В городах и на автодорогах МТС уступает Т2, и занимает вторую позицию. В Челябинске МТС уступает Т2 и билайну, и находится на третьей позиции, что не оказывает существенного влияния на итоговую оценку и позволяет сохранить вторую позицию общего рейтинга.

Билайн уступает Т2 и МТС по совокупности оценок качества голосовой связи, и занимает третью позицию. В Челябинске билайн уступает только Т2 и находится на второй позиции. В городах и на автодорогах итоговые оценки качества услуг голосовой связи у билайна ниже, чем у Т2 и МТС, и соответствуют третьей позиции.

МегаФон уступает конкурентам по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на четвертой позиции. В Челябинске, в городах и на автодорогах в сети МегаФона отмечены наименьшие оценки качества голосовой связи и соответствуют четвертой позиции.

Рисунок 6.
Распределение итоговых оценок качества услуг голосовой связи



Челябинск

Т2 значительно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи. В частности, в сети Т2 отказы не зарегистрированы, а доля обрывов равна 0.24%. Кроме того, в сети Т2 преобладает высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.10 MOS, что соответствует оценке «отлично». При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» (ниже 1.6 MOS) и составляет 0.48%. В сети Т2 90% значений времени установления соединения ниже 3.48 с, что немного хуже, чем в сети билайна, но значительно лучше, чем в сетях МТС и МегаФона. Небольшое отставание от билайна по скорости соединения не оказывает существенного влияния на итоговую оценку.

В результате Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и уверенно занимает первое место рейтинга оценок качества голосовой связи в Челябинске.

Билайн существенно уступает Т2, по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 0.35% и 0.71% соответственно. У билайна отмечено высокое качество речи на значительной части маршрута: 90% оценок качества речи выше 4.01 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у билайна больше, чем у Т2, и равна 0.82%. По скорости соединения билайн показывает наилучший результат: 90% значений времени установления соединения ниже 3.37 с.

В итоге по совокупности показателей билайн занимает вторую позицию рейтинга оценок качества голосовой связи.

МТС уступает Т2 и билайну, но опережает МегаФон по доступности голосовой связи. В частности, у МТС доля отказов составляет 0.47%. По надежности соединений МТС уступает только Т2: доля обрывов в сети МТС немного больше, чем в сети Т2, и равна 0.35%. В сети МТС 90% оценок качества речи выше 3.96 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МТС больше, чем у билайна и Т2, и равна 0.83%. По скорости соединения МТС уступает билайну и Т2: 90% значений времени установления соединения ниже 5.74 с

В результате МТС отстает от билайна на четыре балла и занимает третью позицию по качеству голосовой связи.

МегаФон существенно уступает конкурентам по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 2.43% и 3.08% соответственно, что многократно больше, чем в сетях других операторов. В сети МегаФона 90% оценок качества речи выше 3.54 MOS, что соответствует оценке «хорошо». Доля оценок «неприемлемо» у МегаФона значительно больше, чем у конкурентов, и равна 2.31%. В сети МегаФона 90% значений времени установления соединения ниже 5.87 с, что заметно хуже, чем в сетях конкурентов.

В результате МегаФон показывает наименьшую оценку и смещается на четвертую позицию.

Города

Т2 существенно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи, а также по качеству речи в городах Челябинской области. В частности, в сети Т2 доли отказов и обрывов равны 0.54% и 0.64% соответственно, что значительно меньше, чем в сетях других операторов на маршруте драйв теста. Кроме того, у Т2 90% оценок качества речи выше 4.00 MOS, что соответствует оценке «отлично». При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» и составляет 0.73%. В сети Т2 90% значений времени установления соединения ниже 3.67 с.

В результате Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и занимает первое место рейтинга оценок качества голосовой связи в городах с большим отрывом от конкурентов.

МТС уступает Т2, но опережает билайн и МегаФон по доступности и надежности голосовой связи. У МТС доли отказов и обрывов равны 2.94% и 1.84% соответственно, что многократно больше, чем у Т2, но заметно меньше, чем у билайна и МегаФона. В сети МТС 90% оценок качества речи выше 3.87 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МТС больше, чем у Т2, но существенно меньше, чем у билайна и МегаФона, и равна 0.90%. В сети МТС 90% значений времени установления соединения ниже 5.74 с, что заметно больше, чем в сетях билайна и Т2.

В результате МТС находится на второй позиции.

Билайн заметно уступает МТС и Т2 по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 3.97% и 2.69% соответственно. По качеству речи билайн почти не отстает от МТС: 90% оценок качества речи выше 3.81 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у билайна заметно больше, чем у МТС, и равна 1.36%. В сети билайна 90% значений времени установления соединения ниже 3.74 с, что немного больше, чем в сети Т2, но заметно меньше, чем в сетях МТС и МегаФона.

В результате итоговая оценка в сети билайна на девять баллов ниже, чем в сети МТС, и соответствует третьей позиции.

МегаФон существенно уступает конкурентам по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов больше, чем в сетях дру-

гих операторов, и равны 5.02% и 3.97% соответственно. В сети МегаФона 90% оценок качества речи выше 3.46 MOS, что соответствует оценке «хорошо». Доля оценок «неприемлемо» у МегаФона значительно больше, чем у конкурентов и равна 2.16%. В сети МегаФона 90% значений времени установления соединения ниже 6.30 с, что заметно хуже, чем в сетях конкурентов.

В результате МегаФон показывает наименьшую оценку и смещается на четвертую позицию.

Автомобильные дороги

На автомобильных дорогах в сетях всех операторов отмечены более высокие риски завершения звонков отказом или обрывом, а также искажений голоса до уровня, при котором невозможно пользоваться связью.

Т2 существенно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 18.73% и 13.47% соответственно. По качеству речи Т2 также заметно опережает других операторов: 90% оценок выше 2.62 MOS, что соответствует оценке «удовлетворительно». Кроме того, в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» и составляет 3.03%. По скорости соединения Т2 опережает других операторов: 90% значений времени установления соединения ниже 9.08 с.

В результате Т2 показывает наибольшую итоговую оценку и занимает первое место на автомобильных дорогах Челябинской области.

МТС уступает Т2 по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 37.53% и 26.85% соответственно, что примерно в два раза больше, чем в сети Т2. В сети МТС 90% оценок качества речи выше 2.49 MOS, что соответствует оценке «плохо». Доля оценок «неприемлемо» в сети МТС больше, чем в сети Т2, и равна 3.92%. По скорости соединения МТС немного уступает билайну и Т2: 90% значений времени установления соединения ниже 10.77 с.

В итоге МТС заметно отстает от Т2 и находится на второй позиции.

Билайн отстает от конкурентов по доступности голосовой связи. У билайна доля отказов равна 46.42%, что немного больше, чем у МегаФона. По надежности соединений билайн уступает Т2, но опережает МТС и МегаФон: доля обрывов равна 25.19%. В сети билайна 90% оценок качества речи выше 2.56 MOS, что соответствует оценке «плохо». Доля оценок «неприемлемо» в сети билайна больше, чем в сетях МТС и Т2, и равна 4.87%. По скорости соединения билайн немного уступает только Т2: 90% значений времени установления соединения ниже 10.04 с.

В результате билайн занимает третью позицию, уступая МТС всего один балл.

МегаФон уступает по доступности голосовой связи МТС и Т2: доля отказов равна 45.62%, что немного лучше, чем в сети билайна. По надежности соединений МегаФон уступает билайну и Т2: доля обрывов равна 25.84%. В сети МегаФона 90% оценок качества речи выше 2.38 MOS, что соответствует оценке «плохо». Доля оценок «неприемлемо» в сети МегаФона больше, чем в сетях конкурентов, и равна 5.21%. По скорости соединения МегаФон уступает конкурентам: 90% значений времени установления соединения ниже 13.23 с.

Итоговая оценка в сети МегаФона на три балла ниже, чем в сети билайна, и соответствует четвертой позиции.

Выводы

T2 занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на территории Челябинской области. По совокупности оценок качества услуг голосовой связи, сервисов мобильного интернета и радиопокрытия для трех категорий территорий (областной центр, города и автомобильные дороги) T2 опережает конкурентов.

Оценка качества мобильного интернета в сети T2 выше, чем в сетях конкурентов, и соответствует первой позиции для всех категорий территорий.

По качеству услуг голосовой связи T2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и занимает первую позицию в Челябинске, в городах и на автомобильных дорогах.

Билайн следует за T2 и находится на второй позиции в рейтинге итоговых оценок.

Билайн отстает от T2 и занимает вторую позицию по качеству сервисов мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автомобильных дорогах билайн сохраняет вторую позицию.

Билайн уступает T2 и МТС по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на третьей позиции. В Челябинске билайн уступает только T2 и занимает вторую позицию по качеству голосовых соединений. В городах и на автодорогах итоговые оценки качества услуг голосовой связи у билайна ниже, чем у T2 и МТС, и соответствуют третьей позиции.

МТС находится на третьей позиции в рейтинге.

МТС отстает от T2 и билайна и занимает третью позицию по качеству сервисов мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автомобильных дорогах МТС занимает третью позицию.

МТС следует за T2 и занимает вторую позицию в целом по качеству голосовых соединений. В городах и на автодорогах МТС уступает только T2 и находится на второй позиции. В Челябинске МТС отстает T2 и Билайна, и занимает третью позицию.

Мегафон уступает МТС и занимает четвертую позицию рейтинга

МегаФон уступает конкурентам по совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета. В Челябинске, в городах и на автомобильных дорогах в сети МегаФона отмечены наименьшие оценки.

МегаФон отстает от конкурентов по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на четвертой позиции. В Челябинске, в городах и на автомобильных дорогах в сети МегаФона отмечены наименьшие оценки качества голосовой связи.

Показатели качества

Ниже в таблицах приводятся значения показателей качества услуг (KPI), 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.).

Челябинск

Таблица 1.
Показатели качества услуг голосовой связи для города Челябинска

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	0.35	0.47	2.43	0.00
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	0.71	0.35	3.08	0.24
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	0.82	0.83	2.31	0.48
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.38	4.39	4.19	4.43
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижний дециль, [MOS]	4.01	3.96	3.54	4.10
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	2.92	4.15	4.00	3.25
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхний дециль, сек.	3.37	5.74	5.87	3.48

Таблица 2.
Показатели качества услуг передачи данных DL для города Челябинска

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
	HTTP Data DL				
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	100.00	99.95	99.79	99.95
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	45.11	41.51	69.60	56.53
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.05	0.44	0.80	0.05
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижний дециль, Мбит/с	14.56	7.54	9.88	16.92
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхний дециль, Мбит/с	83.45	87.74	151.19	100.21
	WEB Browsing				
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	99.95	99.36	97.53	99.76
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.09	2.44	2.81	2.28
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхний дециль, сек.	2.53	3.44	4.46	2.77

Таблица 3.
Показатели качества услуг передачи данных UL для города Челябинска

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	99.95	99.80	99.48	99.95
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	14.40	12.38	17.20	14.57
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.00	0.20	1.10	0.15
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижний дециль, Мбит/с	5.37	2.64	2.26	4.31
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхний дециль, Мбит/с	24.36	22.52	41.28	25.03

Таблица 4.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE для города Челябинска

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
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, %	98.69	96.61	98.08	99.67

Города Челябинской области

Таблица 5.
Показатели качества услуг голосовой связи для городов Челябинской области

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	3.97	2.94	5.02	0.54
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	2.69	1.84	3.97	0.64
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	1.36	0.90	2.16	0.73
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.30	4.35	4.16	4.39
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижний дециль, [MOS]	3.81	3.87	3.46	4.00
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.40	4.37	4.30	3.34
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхний дециль, сек.	3.74	5.74	6.30	3.67

Таблица 6.
Показатели качества услуг передачи данных DL для городов Челябинской области

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.76	99.65	98.99	99.92
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	43.49	45.25	42.66	65.68
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.14	0.20	2.89	0.12
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижний дециль, Мбит/с	14.26	9.22	3.21	18.54
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхний дециль, Мбит/с	77.70	93.82	102.98	117.62
WEB Browsing					
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	98.99	99.43	97.66	99.46
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.14	2.41	3.77	2.26
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхний дециль, сек.	2.61	3.22	7.19	2.77

Таблица 7.
Показатели качества услуг передачи данных UL для городов Челябинской области

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	99.69	99.71	99.28	99.84
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	15.26	13.38	10.93	15.19
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.16	0.23	2.55	0.22
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижний дециль, Мбит/с	4.85	2.99	1.48	4.33
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхний дециль, Мбит/с	26.04	25.68	23.65	27.05

Таблица 8.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE для городов Челябинской области

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.31	0.25	0.03	0.00
RSRP Best > -94 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -94 dBm, %	93.30	91.00	94.61	98.12

Автомобильные дороги

Таблица 9.
Показатели качества услуг голосовой связи для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	46.42	37.53	45.62	18.73
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	25.19	26.85	25.84	13.47
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	4.87	3.92	5.21	3.03
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	3.88	3.85	3.80	3.96
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижний дециль, [MOS]	2.56	2.49	2.38	2.62
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	5.53	6.03	6.32	4.94
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхний дециль, сек.	10.04	10.77	13.23	9.08

Таблица 10.
Показатели качества услуг передачи данных DL для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
	HTTP Data DL				
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	90.83	89.44	85.58	94.67
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	35.46	29.94	29.71	42.16
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	4.57	7.33	11.73	4.22
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижний дециль, Мбит/с	2.89	2.41	0.85	2.80
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхний дециль, Мбит/с	75.88	62.97	73.76	94.89
	WEB Browsing				
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	82.11	80.06	69.78	83.73
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	3.11	3.16	3.90	3.24
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхний дециль, сек.	5.94	5.01	8.73	5.57

Таблица 11.
Показатели качества услуг передачи данных UL для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	91.56	93.14	87.66	96.18
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	10.94	10.43	10.16	10.85
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	2.89	1.84	4.69	5.72
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижний дециль, Мбит/с	0.94	1.08	0.91	0.91
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхний дециль, Мбит/с	25.07	22.52	24.56	24.39

Таблица 12.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	15.55	13.26	9.14	4.43
RSRP Best > -104 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -104 dBm, %	66.38	68.31	74.59	82.34

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	Т2
GSM 900, %	0.00	6.14	5.74	3.18
GSM 1800, %	4.17	0.47	0.46	0.25
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	5.85	2.22	8.54	2.42
LTE 800 band 20, %	0.00	0.00	0.00	5.71
LTE 900 band 8, %	0.00	0.00	8.70	0.00
LTE 1800 band 3, %	64.70	48.97	27.82	51.57
LTE 2100 band 1, %	16.78	19.83	36.53	32.87
LTE 2600 band 7, %	8.50	17.95	12.20	3.74
LTE 2600 band 38, %	0.00	4.41	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	0.27

Таблица 1.
Распределение сервирующих технологий во время разговора

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
4G (VoLTE)				
EVS, %	88.48	80.56	95.90	92.66
AMR WB, %	11.52	18.20	3.82	7.30
AMR NB,%	0.00	1.24	0.28	0.03
3G				
AMR WB, %	83.42	99.08	99.56	100.00
AMR NB,%	16.58	0.92	0.44	0.00
2G				
FR, %	-	-	-	-
EFR, %	-	-	-	-
AMR WB,%	95.79	95.77	92.45	81.36
AMR NB, %	4.21	4.23	7.55	18.64

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	Т2
GSM 900, %	0.20	3.66	3.05	0.81
GSM 1800, %	1.06	0.29	0.30	0.28
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	0.98	1.20	12.57	3.18
LTE 800 band 20, %	0.36	0.00	0.63	3.39
LTE 900 band 8, %	0.26	0.70	3.60	0.00
LTE 1800 band 3, %	80.62	52.32	25.98	66.51
LTE 2100 band 1, %	13.76	34.04	32.15	20.67
LTE 2600 band 7, %	2.76	7.47	21.72	4.12
LTE 2600 band 38, %	0.00	0.33	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	1.03

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Non-CA LTE 800, %	0.33	0.00	0.49	0.43
Non-CA LTE 900, %	0.25	0.50	3.18	0.00
Non-CA LTE 1800, %	44.09	23.44	16.60	0.99
Non-CA LTE 2100, %	9.10	7.64	24.03	0.35
Non-CA LTE 2600, %	1.56	1.23	4.24	0.03
Non-CA LTE 2600 (TDD), %	0.00	0.25	0.00	0.00
Non-CA LTE 2300 (TDD), %	0.00	0.00	0.00	0.02
LTE 2CC, %	42.67	39.33	50.45	7.89
LTE 3CC, %	1.98	23.21	0.82	61.12
LTE 4CC, %	0.01	4.39	0.19	26.05
LTE 5CC, %	0.00	0.00	0.00	3.11

Таблица 4.
Распределение режимов агрегации частот

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
QPSK, %	8.76	9.00	9.08	8.71
16QAM, %	23.12	24.93	22.63	24.86
64QAM, %	46.38	44.30	49.85	45.05
256QAM, %	21.75	21.76	18.44	21.38

Таблица 5.
Распределение типов модуляции DL

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
QPSK, %	14.04	20.94	27.82	14.34
16QAM, %	27.05	30.27	30.99	24.35
64QAM, %	58.91	48.78	41.19	61.31
256QAM, %	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 6.
Распределение типов модуляции UL

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
MIMO not used, %	16.50	31.64	14.22	22.01
MIMO 2x2, %	80.73	67.17	80.17	74.98
MIMO 4x4, %	2.77	1.19	5.61	3.01

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 3468 км. Маршрут драйв-теста охватывает города Челябинск, Чебаркуль, Еманжелинск, Касли, Кыштым, Копейск, Коркино, Куса, Магнитогорск, Миасс, Пласт, Сатка, Троицк, Верхний Уфалей и Златоуст, а также автомобильные дороги, соединяющие эти города. 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 7). Аналитика и обработка результатов выполнены с помощью платформы CEMONA. 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 12041 повторяющихся голосовых соединений типа «мобильный — мобильный» длительностью 120 секунд, а также 31127 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;

Рисунок 7.
Измерительный комплекс, установленный в автомобиле

«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;

«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 8 для наглядности приводится схема агрегации показателей и оценок, используемых в данном исследовании, с указанием весовых коэффициентов для разных типов сервисов.

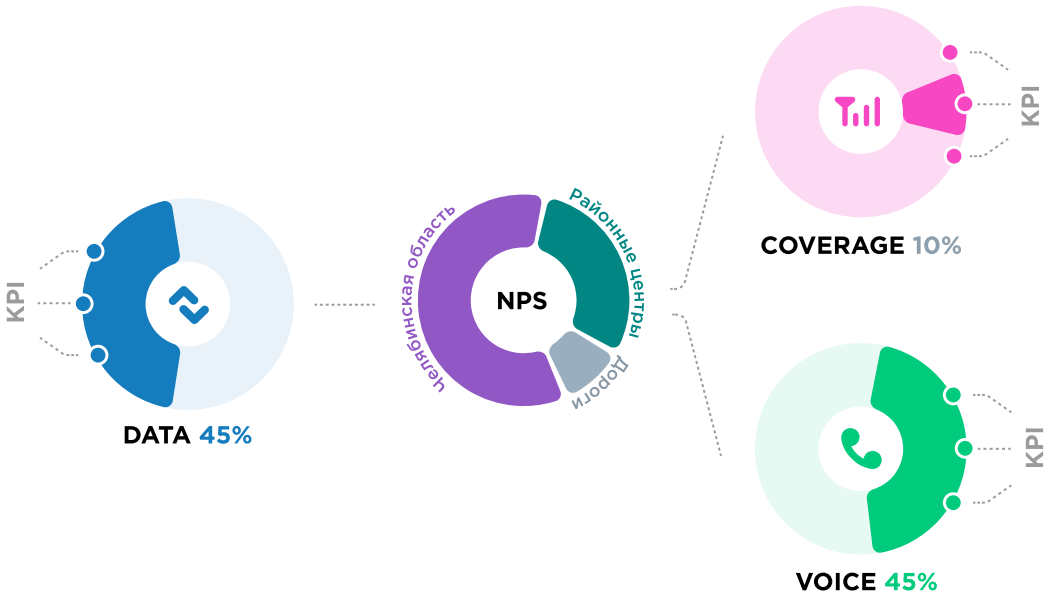


Рисунок 8.
Схема агрегации показателей и оценок