Качество мобильной связи в Пермском крае

Весна 2026

dmtel

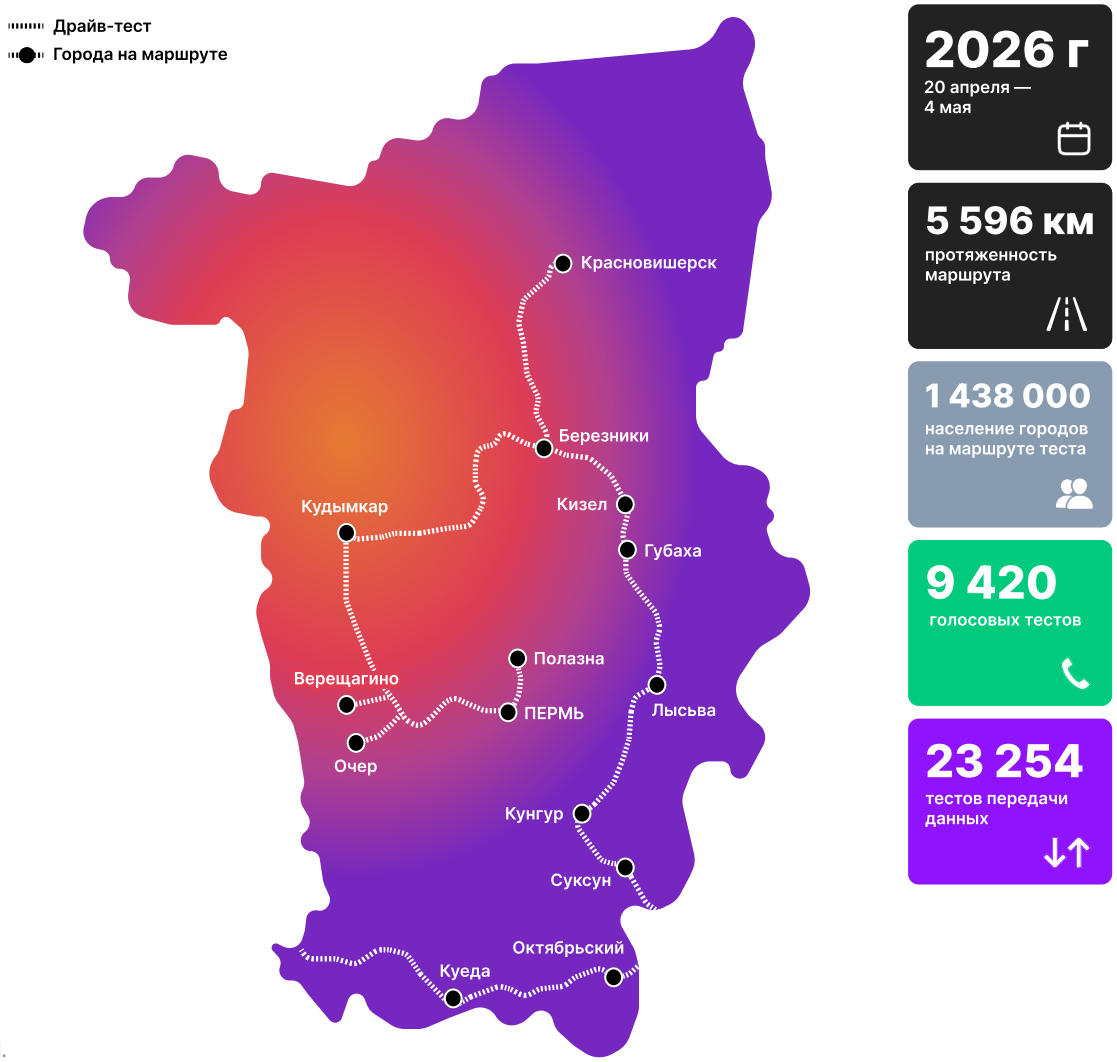


Рисунок 1.
Карта маршрута

Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое впервые проведено на территории Пермского края. Масштабное исследование позволяет оценить качество услуг, предоставляемых абонентам в городах Пермь, Березники, Кунгур, Лысьва, Кудымкар, Губаха, Верещагино, Кизел, Красновишерск, Очер, Полазна, Куеда, Октябрьский и Суксун, а также на автомобильных дорогах, соединяющих эти города. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества услуг мобильной связи выполнены в период с 20 апреля по 4 мая 2026 г. на маршруте общей протяженностью около 5596 км (см. Рисунок 1).

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

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 бал-

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

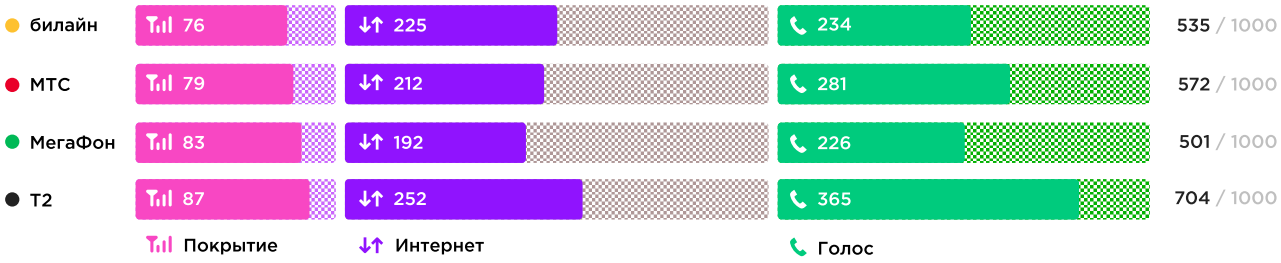
лов), что указывает на наличие в сети каждого оператора факторов, негативно влияющих на качество услуг связи.

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

В Приложении 1 в Таблицах 1 - 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 качества мобильной связи рассчитывались показатели крупнейших операторов подвижной радиотелефонной связи РФ: ПАО «ВымпелКом» (билайн), ПАО «МТС» (МТС), ПАО «МегаФон» (МегаФон), ООО «Т2 Мобайл» (Т2). В качестве 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).

Рисунок 3.
Распределение итоговых интегральных оценок



Т2 занимает первую позицию в рейтинге оценок качества услуг мобильной связи на территории Пермского края. Итоговые оценки как по качеству голосовой связи, так и по качеству мобильного интернета в сети Т2 соответствуют первой позиции.

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

Билайн находится на третьей позиции в рейтинге. По качеству мобильного интернета билайн следует за Т2 и находится на втором месте. Оценка качества голосовой связи в сети билайна соответствуют третьей позиции.

Мегафон уступает билайну и занимает четвертую позицию рейтинга. В сети МегаФона отмечены наименьшие оценки качества голосовой связи и мобильного интернета и соответствуют 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, Таблицы 4, 8 и 12).

Распределение интегральных оценок радиопокрытия для разных пороговых значений уровня принимаемого радиосигнала, а также общая итоговая оценка приводятся на диаграмме (см. Рисунок 4).

- **T2** опережает конкурентов и занимает первую позицию по совокупности оценок радиопокрытия.
- **МегаФон** следует за T2 и занимает вторую позицию.
- **МТС** уступает МегаФону находится на третьей позиции рейтинга.
- **Билайн** отстает от конкурентов и находится на четвертом месте итогового рейтинга оценок радиопокрытия.

В Перми в сетях билайна, МТС, МегаФона и T2 обеспечивается практически непрерывное радиопокрытие. При этом в сетях МегаФона и T2 отмечены наименьшие и одинаковые доли значений уровня сигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm и равны 0.06%. В сетях билайна и МТС: доли значений уровня сигнала ниже порога равны 0.67% и 0.29% соответственно. По совокупности характеристик T2 демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию. МегаФон уступает T2 один балл и находится на второй позиции. МТС уступает T2 и МегаФону и занимает третью позицию. Билайн отстает от конкурентов в целом по радиопокрытию в сети LTE в Перми.

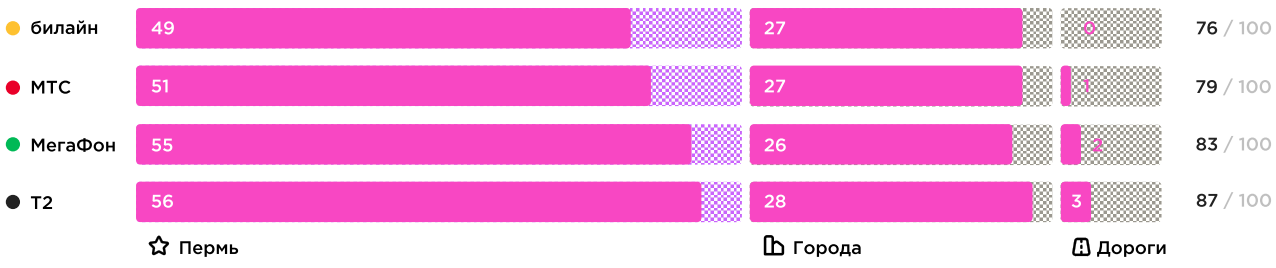
В городах T2 обеспечивает непрерывное радиопокрытие: уровни принимаемого радиосигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm не зарегистрированы на маршруте драйв-теста. В сетях билайна, МТС и МегаФона обеспечивается практически непрерывное радиопокрытие: доли значений уровня сигнала ниже порога равны 0.05%, 0.11% и 0.04% соответственно. По совокупности характеристик радиопокрытия в сети T2 отмечена наибольшая оценка и соответствует первой позиции. Билайн и МТС демонстрируют одинаковые оценки и разделяют второе место. . В сети МегаФона отмечена наименьшая оценка и соответствует третьей позиции.

На автомобильных дорогах в сетях всех операторов не обеспечивается непрерывное радиопокрытие. В сети каждого оператора общая относительная протяженность участков, на которых уровни ниже порога -114 dBm заметно больше, чем в городах.

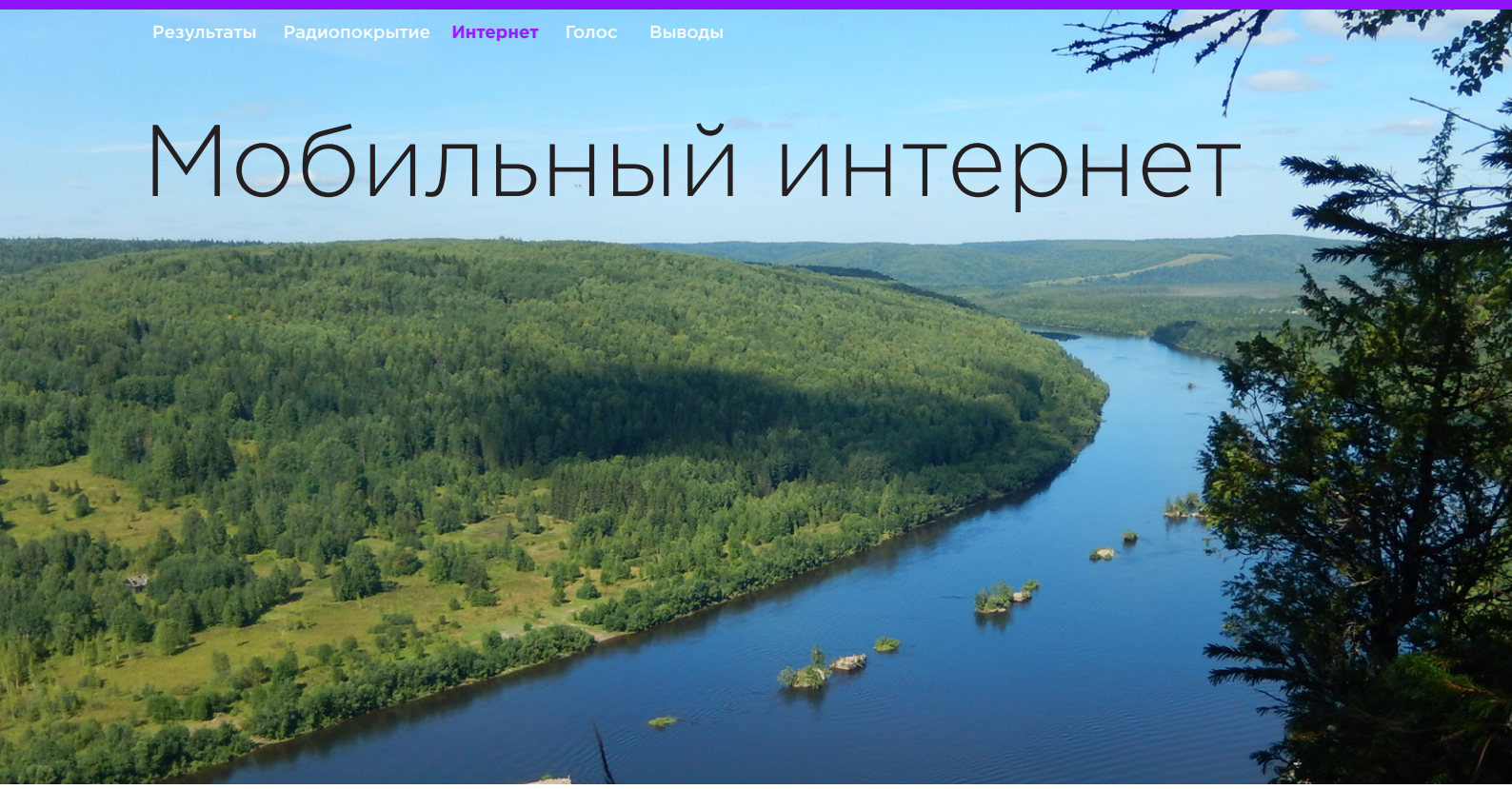
Наилучший результат на автодорогах отмечен в сети T2: доля значений уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm равна 12.23%. В сети МегаФона общая относительная протяженность таких участков примерно в три раза больше, чем в сети T2, и составляет 37.78%. В сети МТС радиопокрытие не обеспечивается примерно на половине маршрута (57.33%). В сети билайна общая относительная протяженность участков, на которых не обеспечивается радиопокрытие в сети LTE значительно больше, чем в сетях конкурентов и составляет 72.57%, что приводит к снижению оценки до нуля баллов.

В итоге по совокупности характеристик T2 демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию на автодорогах. МегаФон следует за T2, отставая на один балл. МТС уступает T2 и МегаФону и занимает третью позицию. Билайн заметно уступает конкурентам в целом по радиопокрытию в сети LTE на автомобильных дорогах Пермского края.

Рисунок 4. 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 популярных сервисов, а также общая итоговая оценка качества услуг на основе передачи данных приводятся на диаграмме (см. Рисунок 5).

Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и опережает конкурентов по качеству сервисов мобильного интернета. В Перми, в городах и на автодорогах Т2 занимает первую позицию.

Билайн следует за Т2 и занимает вторую позицию по совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета. В городах и на автодорогах билайн уступает Т2 находится на второй позиции. В Перми билайн уступает Т2 и МТС и занимает третью позицию, что не приводит к существенному снижению итоговой оценки и позволяет билайну сохранить вторую позицию рейтинга.

МТС отстает от билайна и занимает третью позицию по качеству сервисов мобильного интернета. В Перми МТС уступает только Т2 и занимает вторую позицию. На автодорогах МТС разделяет третью позицию с МегаФоном. В городах МТС уступает конкурентам и занимает четвертую позицию. В итоге по совокупности оценок МТС смещается на третью позицию.

МегаФон уступает конкурентам по совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета. В Перми в сети МегаФона отмечена наименьшая оценка. В городах МегаФон уступает Т2 и билайну и занимает третью позицию. На автодорогах МегаФон разделяет третью позицию с МТС. Заметное отставание от конкурентов в Перми приводит в результате к снижению итоговой оценки и смещению МегаФона на четвертую позицию рейтинга.

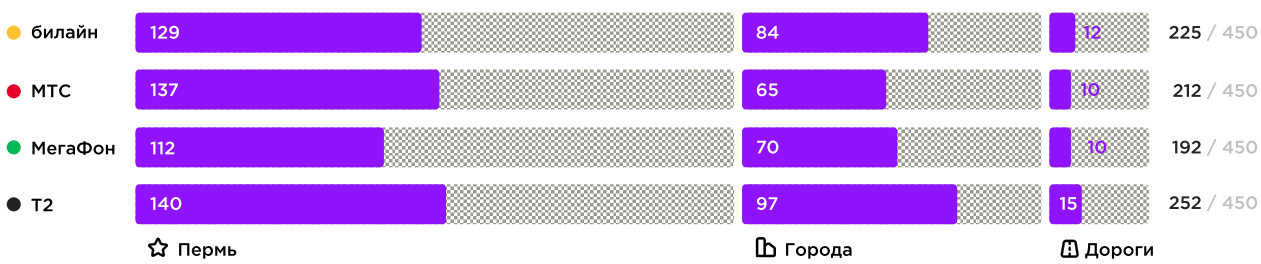


Рисунок 5.
Распределение итоговых оценок качества услуг передачи данных

Пермь

Т2 демонстрирует наилучшие результаты по успешности и скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и WEB Browsing. В частности, в сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 15 Мбит/с, что заметно больше, чем в сетях конкурентов. По стабильности скоростей загрузки данных из интернета Т2 также опережает конкурентов: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.14%, что характеризует высокую стабильность скоростей сервиса HTTP DL. Провалы скорости значительно увеличивают риски нарушений в работе и неуспешного завершения приложения на основе доступа в интернет.

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 скоростям сервиса HTTP UL билайн и Т2 показывают близкие и наилучшие результаты: 90% значений скоростей не ниже 4 Мбит/с. По успешности сервиса HTTP UL Т2 уступает МТС и МегаФону.

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

МТС практически не уступает билайну, но отстает от Т2 по успешности сервиса HTTP DL. По успешности сервиса WEB Browsing МТС уступает Т2, но опережает билайн и МегаФон. По скоростным характеристикам сервиса HTTP DL МТС незначительно отстает от Т2: 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 14 Мбит/с. По стабильности скоростей загрузки данных из интернета МТС отстает от Т2: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 0.47%, что примерно в три раза больше, чем у Т2.

По успешности сессий передачи данных в интернет МТС уступает МегаФону, но опережает билайн и Т2. В части скоростей сервиса HTTP UL МТС отстает от билайна и Т2: 90% значений скоростей сервиса HTTP UL выше 3 Мбит/с.

В результате по совокупности характеристик МТС в Перми занимает второе место рейтинга.

Билайн уступает МТС и Т2, но заметно опережает МегаФон по скоростям сервиса HTTP DL. По успешности сервиса HTTP DL билайн и МТС демонстрируют практически одинаковые результаты. По успешности сервиса WEB Browsing билайн отстает от МТС и Т2, но существенно опережает МегаФон.

В сети билайна отмечено наилучшее фактическое значение нижнего дециля распределения скоростей сервиса HTTP UL. В части успешности сервиса HTTP UL билайн уступает конкурентам.

В результате билайн смещается на третью позицию рейтинга по совокупности показателей качества сервисов мобильного интернета.

МегаФон уступает конкурентам по успешности и скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и WEB Browsing. По скоростям сервиса HTTP UL в целом МегаФон отстает от конкурентов. В части успешности сервиса HTTP UL в сети МегаФона отмечен наилучший результат. В итоге МегаФон по совокупности показателей получает наименьшую оценку, существенно отставая от конкурентов, и занимает четвертую позицию.

Города

Т2 заметно опережает конкурентов по скоростям сервиса HTTP DL. В сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 21 Мбит/с. По стабильности скоростей загрузки данных из интернета Т2 также существенно опережает конкурентов: значения ниже 1 Мбит/с не зарегистрированы на маршруте драйв-теста. В сети Т2 отмечены наилучшие фактические значения показателей успешности и скорости загрузки WEB-страницы. По совокупности скоростных характеристик сервиса HTTP UL Т2 демонстрирует наилучший результат. Т2 уступает билайну и МТС по успешности сессий сервиса HTTP DL. По успешности сессий сервиса HTTP UL Т2 отстает от других операторов.

В результате Т2 сохраняет первую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета в городах.

Билайн уступает Т2 по успешности загрузки WEB-страницы, а также по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и WEB Browsing. По совокупности скоростных характеристик сервиса HTTP UL билайн практически не уступает Т2. По успешности сервиса HTTP UL билайн отстает от МТС и МегаФона, но опережает Т2. Билайн опережает конкурентов по успешности сессий сервиса HTTP DL

В итоге оценка качества мобильного интернета в сети билайна ниже, чем в сети Т2, и соответствует второй позиции.

МегаФон уступает Т2 и билайну, но опережает МТС по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing, а также по успешности загрузки WEB-страницы. В части успешности сессий HTTP DL МегаФон существенно отстает от других операторов. По успешности сервиса HTTP UL МегаФон уступает только МТС.

В результате оценка качества мобильного интернета в сети МегаФона заметно ниже, чем в сети билайна, и соответствует третьей позиции.

МТС уступает конкурентам по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL, HTTP UL и WEB Browsing, а также по успешности загрузки WEB-страницы. По стабильности скоростей загрузки данных из интернета МТС заметно отстает от других операторов: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 4.14%. По успешности сервиса HTTP DL МТС незначительно уступает только билайну. По успешности сервиса HTTP UL МТС опережает конкурентов.

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

Автомобильные дороги

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

Т2 опережает конкурентов по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и WEB Browsing. В частности, в сети Т2 90% значений скоростей сервиса HTTP DL выше 4 Мбит/с, что заметно больше, чем в сетях конкурентов. По успешности сессий сервиса HTTP DL Т2 незначительно уступает только МТС, а по успешности загрузки WEB-страницы Т2 уступает только МегаФону. По скоростям сервиса HTTP UL Т2 уступает только билайну. По успешности сессий сервиса HTTP UL Т2 уступает МТС и МегаФону, но опережает билайн.

В результате по совокупности показателей Т2 занимает первую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета на автомобильных дорогах.

Билайн уступает только Т2 по скоростям сервисов HTTP DL и WEB Browsing. По совокупности скоростных характеристик сервиса HTTP UL билайн опережает конкурентов. По успешности сервиса HTTP DL билайн уступает МТС и Т2, но существенно опережает МегаФон. По успешности сервисов HTTP UL и WEB Browsing билайн уступает конкурентам.

Итоговая оценка в сети билайна на три балла ниже, чем в сети Т2, и соответствует второй позиции.

МТС и МегаФон демонстрируют близкие результаты и уступают конкурентам в целом по скоростным характеристикам сервиса HTTP UL. По успешности сервиса HTTP UL у МегаФона отмечен наилучший результат. По совокупности скоростных характеристик сервисов HTTP DL и WEB Browsing МегаФон опережает МТС. В частности, в сети МегаФона значение нижнего дециля распределения скоростей сервиса HTTP DL равно 1.57 Мбит/с, а в сети МТС – 0.58 Мбит/с. Кроме того, МегаФон опережает МТС по стабильности скоростей загрузки данных из интернета. По успешности сервиса HTTP DL МТС демонстрирует наилучший результат, значительно опережая МегаФон.

В результате по совокупности показателей МТС и МегаФон показывают одинаковые итоговые оценки и разделяют третье место рейтинга, отставая от билайна на два балла.

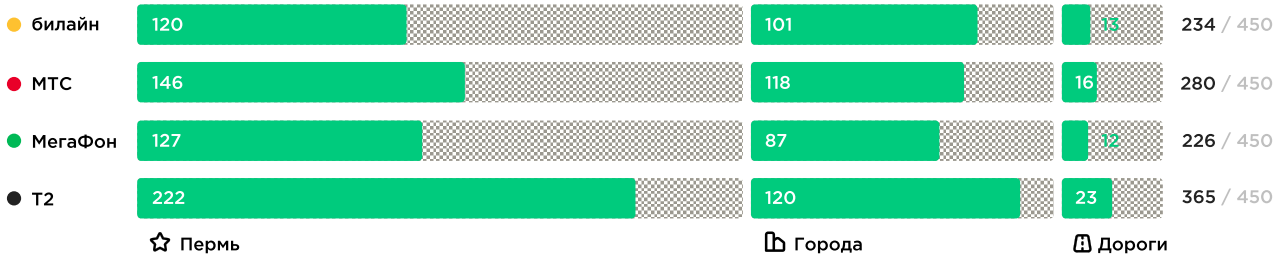
Голосовая связь

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.

1. **Т2** демонстрирует наибольшую итоговую оценку по качеству услуг голосовой связи. В Перми, в городах и на автодорогах Т2 опережает конкурентов и занимает первую позицию.
2. **МТС** следует за Т2 и занимает вторую позицию в целом по качеству голосовых соединений. В Перми, в городах и на автодорогах МТС уступает Т2 и занимает вторую позицию.
3. **Билайн** уступает Т2 и МТС по совокупности оценок качества голосовой связи и занимает третью позицию. В городах и на автодорогах итоговые оценки качества услуг голосовой связи у билайна ниже, чем у Т2 и МТС, и соответствует третьей позиции. В Перми билайн уступает конкурентам, что не оказывает существенного влияния на итоговую оценку и позволяет сохранить третью позицию общего рейтинга.
4. **МегаФон** уступает конкурентам по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на четвертой позиции. В Перми МегаФон уступает Т2 и МТС и занимает третью позицию. В городах и на автодорогах в сети МегаФона отмечены наименьшие оценки качества голосовой связи.

Рисунок 6. Распределение итоговых оценок качества услуг голосовой связи



Пермь

Т2 заметно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 0.65% и 1.23% соответственно. По качеству речи Т2 немного уступает МТС и МегаФону: 90% оценок выше 3.95 MOS, что соответствует оценке «отлично» (соответствие оценок по шкале MOS реальному качеству воспринимаемой абонентом речи приводится в Приложении 3). При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» (ниже 1.6 MOS) и составляет 0.42%. По скорости соединения Т2 уступает конкурентам: 90% значений времени установления соединения ниже 5.87 с.

В результате по совокупности показателей качества голосовой связи Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и занимает первое место.

МТС уступает Т2 и билайну, но опережает МегаФон по доступности голосовой связи. В частности, у МТС доля отказов составляет 3.92%. По надежности соединений МТС уступает только Т2: доля обрывов в сети МТС примерно в два раза больше, чем в сети Т2, и равна 2.77%. В сети МТС преобладает высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.05 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МТС больше, чем у Т2 и равна 0.54%. По скорости соединения МТС уступает билайну и МегаФону: 90% значений времени установления соединения ниже 5.74 с.

В результате МТС занимает вторую позицию, заметно опережая МегаФон и билайн.

МегаФон значительно уступает конкурентам по доступности голосовой связи: доля отказов составляет 6.59%. По надежности соединений МегаФон уступает МТС и Т2, но существенно опережает билайн: доля обрывов в сети МегаФона равна 2.99%. В сети МегаФона отмечено высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.04 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МегаФона выше, чем у конкурентов и равна 1.05%. В сети МегаФона 90% значений времени установления соединения ниже 4.84 с, немного хуже, чем в сети билайна.

Заметное отставание от конкурентов по доступности голосовой связи вносит существенный вклад в снижение оценки и приводит к смещению МегаФона на третью позицию рейтинга оценок качества голосовой связи.

Билайн уступает МТС и Т2, но опережает МегаФон по доступности голосовой связи: доля отказов составляет 3.67%. По надежности соединений билайн значительно уступает конкурентам: доля обрывов в сети билайна равна 4.30%. По качеству речи билайн также отстает от конкурентов: 90% оценок качества речи выше 3.69 MOS, что соответствует оценке «хорошо». Доля оценок «неприемлемо» у билайна немного меньше, чем у МегаФона, и равна 0.96%. По скорости соединения билайн демонстрирует наилучший результат: 90% значений времени установления соединения ниже 4.53 с.

В результате билайн смещается на четвертую позицию, уступая МегаФону семь баллов.

Города

Т2 незначительно уступает МТС, но заметно опережает билайн и МегаФон по доступности голосовой связи. В частности, у Т2 доля отказов составляет 1.04%. По надежности голосовых соединений Т2 существенно опережает конкурентов: доля обрывов в сети Т2 значительно меньше, чем в сетях других операторов, и равна 0.45%. По качеству речи Т2 немного уступает МТС и МегаФону: 90% оценок выше 3.97 MOS, что соответствует оценке «отлично». При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» и составляет 0.37%. По скорости соединения Т2 уступает другим операторам: 90% значений времени установления соединения ниже 5.98 с.

Отставание по скорости соединения от конкурентов не оказывает существенного влияния на итоговую оценку и позволяет Т2 уверенно сохранять первую позицию.

В сети МТС отмечен наилучший результат по доступности голосовой связи: фактическое значение доли отказов составляет 1.03%. По надежности соединений МТС уступает только Т2: доля обрывов в сети МТС равна 1.19%. В сети МТС преобладает высокое качество речи: 90% оценок качества речи выше 4.08 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МТС больше, чем у Т2 и равна 0.46%. По скорости соединения МТС уступает билайну и МегаФону: 90% значений времени установления соединения ниже 5.59 с.

В результате МТС отстает от Т2 всего на два балла и занимает второе место.

Билайн отстает от Т2 и МТС, но опережает МегаФон по доступности и надежности голосовой связи. У билайна доли отказов и обрывов больше, чем у Т2 и МТС и равны 1.92% и 2.41% соответственно. В сети билайна 90% оценок качества речи выше 3.61 MOS, что соответствует оценке «хорошо». Доля оценок «неприемлемо» у билайна больше, чем у конкурентов и равна 0.99%. По скорости соединения билайн демонстрирует наилучший результат: 90% значений времени установления соединения ниже 3.78 с.

В результате итоговая оценка в сети билайна ниже, чем в сетях Т2 и МТС, и соответствует третьей позиции.

МегаФон существенно уступает конкурентам по доступности и надежности голосовой связи в городах. У МегаФона доли отказов и обрывов равны 4.62% и 3.03% соответственно, что значительно больше, чем у других операторов. Качество речи в сети МегаФона высокое: 90% оценок выше 4.06 MOS, что соответствует оценке «отлично». Доля оценок «неприемлемо» у МегаФона выше, чем у МТС и Т2, и равна 0.70%.

Существенное отставание от конкурентов по доступности и надежности голосовой связи снижает итоговую оценку и смещает МегаФон на четвертую позицию рейтинга оценок качества голосовой связи.

Автомобильные дороги

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

Т2 заметно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 38.53% и 11.48% соответственно. По качеству речи Т2 уступает МТС и МегаФону: 90% оценок выше 2.58 MOS, что соответствует оценке «плохо». При этом в сети Т2 отмечена наименьшая доля оценок «неприемлемо» и составляет 3.10%. По скорости соединения Т2 опережает других операторов: 90% значений времени установления соединения ниже 9.79 с.

В результате Т2 показывает наибольшую итоговую оценку и занимает первое место.

МТС уступает МегаФону и Т2 по доступности голосовой связи: доля отказов составляет 63.88%. По надежности соединений МТС уступает только Т2: доля обрывов равна 26.88%. В сети МТС 90% оценок качества речи выше 2.72 MOS, что соответствует оценке «удовлетворительно». Доля оценок «неприемлемо» в сети МТС меньше, чем в сети Т2, и равна 4.20%. По скорости соединения МТС уступает билайну и Т2: 90% значений времени установления соединения ниже 9.98 с.

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

Билайн отстает от конкурентов по доступности голосовой связи. У билайна доля отказов равна 64.59%, что немного больше, чем в сети МТС. По надежности соединений билайн уступает МТС и Т2, но опережает МегаФон: доля обрывов равна 33.96%. По качеству речи билайн уступает конкурентам: 90% оценок качества речи выше 2.49 MOS, что соответствует оценке «плохо». Кроме того, доля оценок «неприемлемо» у билайна больше, чем у конкурентов, и равна 5.51%. По скорости соединения билайн уступает только Т2: 90% значений времени установления соединения ниже 9.87 с.

В результате билайн занимает третью позицию, уступая МТС три балла.

МегаФон уступает по доступности голосовой связи только Т2: доля отказов равна 60.00%, что немного лучше, чем в сетях билайна и МТС. По надежности соединений МегаФон заметно уступает конкурентам: доля обрывов равна 36.75%. В сети МегаФона 90% оценок качества речи выше 2.64 MOS, что соответствует оценке «удовлетворительно». Доля оценок «неприемлемо» в сети МегаФона меньше, чем в сети билайна, и равна 5.37%. По скорости соединения МегаФон уступает конкурентам: 90% значений времени установления соединения ниже 12.10 с.

Итоговая оценка в сети МегаФона на один балл ниже, чем в сети билайна, и соответствует четвертой позиции.

Выводы

T2 занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на территории Пермского края. По совокупности оценок качества услуг голосовой связи, сервисов мобильного интернета и радиопокрытия для трех категорий территорий (областной центр, города и автомобильные дороги) Т2 опережает конкурентов.

Оценка качества мобильного интернета в сети Т2 выше, чем в сетях конкурентов, и соответствует первой позиции для всех категорий территорий.

По качеству услуг голосовой связи Т2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и занимает первую позицию в Перми, в городах и на автомобильных дорогах.

МТС следует за Т2 и находится на второй позиции в рейтинге итоговых оценок.

МТС отстает от Т2 и билайна и занимает третью позицию по качеству сервисов мобильного интернета. В Перми МТС уступает только Т2 и занимает вторую позицию. На автодорогах МТС разделяет третью позицию с МегаФоном. В городах МТС уступает конкурентам и занимает четвертую позицию.

МТС следует за Т2 и занимает вторую позицию в целом по качеству голосовых соединений. В Перми, в городах и на автодорогах МТС уступает Т2 и находится на второй позиции.

Билайн находится на третьей позиции в рейтинге.

Билайн следует за Т2 и занимает вторую позицию по совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета. В городах и на автодорогах билайн уступает Т2 находится на второй позиции. В Перми билайн уступает Т2 и МТС и занимает третью позицию.

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

Мегафон уступает билайну и занимает четвертую позицию рейтинга

МегаФон уступает конкурентам по совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета. В Перми в сети МегаФона отмечена наименьшая оценка. В городах МегаФон уступает Т2 и билайну и занимает третью позицию. На автодорогах МегаФон разделяет третью позицию с МТС.

МегаФон уступает конкурентам по совокупности оценок качества голосовой связи и находится на четвертой позиции. В Перми МегаФон уступает МТС и занимает третью позицию. В городах и на автодорогах 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.

Пермь

Таблица 1.
Показатели качества услуг голосовой связи для города Пермь

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	3.67	3.92	6.59	0.65
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	4.30	2.77	2.99	1.23
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	0.96	0.54	1.05	0.42
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.39	4.48	4.46	4.48
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	3.69	4.05	4.04	3.95
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.55	4.20	3.99	4.12
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	4.53	5.74	4.84	5.87

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
	HTTP Data DL				
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.19	99.16	96.79	99.46
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	42.30	58.52	40.54	56.23
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.75	0.47	0.61	0.14
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	11.59	13.50	7.84	15.03
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	78.53	113.14	78.74	103.70
	WEB Browsing				
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	98.23	98.55	97.32	98.79
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.01	2.25	2.58	2.08
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	2.51	2.93	3.64	2.49

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	98.21	98.88	98.94	98.79
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	16.58	19.64	16.44	17.25
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.60	0.24	0.43	0.38
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	4.27	2.96	1.51	4.04
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	30.69	41.11	39.29	33.67

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.67	0.29	0.06	0.06
RSRP Best > -94 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -94 dBm, %	91.44	92.08	95.37	95.78

Города Пермского края

Таблица 5.
Показатели качества услуг голосовой связи для городов Пермского края

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	1.92	1.03	4.62	1.04
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	2.41	1.19	3.03	0.45
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	0.99	0.46	0.70	0.37
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.36	4.49	4.48	4.49
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	3.61	4.08	4.06	3.97
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.36	4.08	3.70	4.27
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	3.78	5.59	4.23	5.98

Таблица 6.
Показатели качества услуг передачи данных DL для городов Пермского края

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
	HTTP Data DL				
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.33	99.31	97.56	99.02
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	40.18	45.24	29.99	70.78
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.26	4.14	0.65	0.00
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	13.53	3.71	5.35	20.66
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	71.55	96.53	62.03	127.82
	WEB Browsing				
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	98.90	96.49	98.83	99.27
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	1.92	2.64	2.64	1.96
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	2.39	4.32	3.85	2.30

Таблица 7.
Показатели качества услуг передачи данных UL для городов Пермского края

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	98.90	99.56	99.35	98.79
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	14.55	15.36	15.96	16.17
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.00	0.28	0.22	0.27
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	3.45	1.72	2.21	3.38
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	26.28	34.70	37.85	32.10

Таблица 8.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE для городов Пермского края

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.05	0.11	0.04	0.00
RSRP Best > -94 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -94 dBm, %	93.73	94.63	92.39	96.78

Автомобильные дороги

Таблица 9.
Показатели качества услуг голосовой связи для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	64.59	63.88	60.00	38.53
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	33.96	26.88	36.75	11.48
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	5.51	4.20	5.37	3.10
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	3.85	4.01	3.95	3.86
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	2.49	2.72	2.64	2.58
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	5.58	5.62	5.83	5.81
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	9.87	9.98	12.10	9.79

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
	HTTP Data DL				
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	82.94	84.91	74.45	84.87
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	30.80	32.59	19.68	44.25
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	6.29	12.61	6.80	4.86
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	1.91	0.58	1.57	3.95
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	68.14	79.74	41.60	98.70
	WEB Browsing				
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	72.46	73.55	77.30	74.75
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.73	3.75	3.24	2.96
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	5.15	8.81	5.72	4.62

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	76.41	81.52	83.62	78.74
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	13.05	11.56	10.63	11.18
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	1.34	3.00	2.63	2.75
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	1.21	0.92	0.91	0.95
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	27.37	33.83	25.93	29.31

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	МТС	МегаФон	Т2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	72.57	57.33	37.78	12.23
RSRP Best > -104 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -104 dBm, %	21.89	34.94	49.92	72.42

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, %	2.13	4.65	4.19	8.12
GSM 1800, %	6.34	0.93	0.81	0.42
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.04	0.00
WCDMA 2100, %	6.49	1.39	2.76	1.81
LTE 800 band 20, %	0.36	0.91	4.28	1.29
LTE 900 band 8, %	0.78	5.52	12.26	0.44
LTE 1800 band 3, %	54.41	65.34	32.76	30.65
LTE 2100 band 1, %	17.62	12.01	10.04	16.53
LTE 2600 band 7, %	10.97	7.55	32.85	37.15
LTE 2600 band 38, %	0.90	1.69	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	3.60

Таблица 1.
Распределение сервирующих технологий во время разговора

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
4G (VoLTE)				
EVS, %	85.96	87.22	95.68	84.89
AMR WB, %	13.97	12.11	3.95	14.98
AMR NB,%	0.07	0.67	0.37	0.13
3G				
AMR WB, %	76.00	100.00	88.27	100.00
AMR NB,%	24.00	0.00	11.73	0.00
2G				
FR, %	-	-	-	-
EFR, %	0.17	1.11	-	0.28
AMR WB,%	75.13	94.98	81.54	90.60
AMR NB, %	24.70	3.91	18.46	9.13

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, %	0.53	1.92	3.32	4.23
GSM 1800, %	2.73	0.16	0.34	0.31
WCDMA 900, %	0.00	0.04	0.04	0.00
WCDMA 2100, %	3.32	1.16	1.23	3.10
LTE 800 band 20, %	0.65	1.20	2.95	3.37
LTE 900 band 8, %	1.57	8.88	9.78	0.78
LTE 1800 band 3, %	72.86	63.60	28.17	47.87
LTE 2100 band 1, %	16.54	10.29	13.24	16.21
LTE 2600 band 7, %	1.80	12.31	40.93	23.30
LTE 2600 band 38, %	0.00	0.44	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	0.82

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

Таблица 4.
Распределение режимов агрегации частот

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
Non-CA LTE 800, %	0.00	1.18	1.97	0.36
Non-CA LTE 900, %	0.00	9.14	7.92	0.85
Non-CA LTE 1800, %	37.00	23.93	11.24	4.06
Non-CA LTE 2100, %	8.34	2.06	5.35	0.29
Non-CA LTE 2600, %	0.43	1.69	8.17	0.19
Non-CA LTE 2600 (TDD), %	0.00	0.37	0.00	0.00
Non-CA LTE 2300 (TDD), %	0.00	0.00	0.01	0.01
LTE 2CC, %	53.66	30.70	26.84	10.13
LTE 3CC, %	0.57	30.89	20.92	23.42
LTE 4CC, %	0.00	0.03	9.26	60.68
LTE 5CC, %	0.00	0.00	8.32	0.00

Таблица 5.
Распределение типов модуляции DL

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
QPSK, %	7.28	8.54	12.67	6.95
16QAM, %	25.08	26.33	27.69	24.75
64QAM, %	49.29	45.57	42.70	48.15
256QAM, %	18.35	19.56	16.94	20.14

Таблица 6.
Распределение типов модуляции UL

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
QPSK, %	15.90	24.18	35.78	16.09
16QAM, %	33.59	34.35	29.59	27.16
64QAM, %	47.40	39.48	34.63	40.92
256QAM, %	3.11	1.99	0.01	15.82

Таблица 7.
Распределение режимов работы MIMO

	билайн	МТС	МегаФон	Т2
MIMO not used, %	18.15	37.23	41.93	26.18
MIMO 2x2, %	79.51	61.25	57.89	71.53
MIMO 4x4, %	2.34	1.52	0.18	2.28

Кратко о технологии выполнения тестов

Сравнительная оценка выполнена на основе анализа результатов драйв-теста, протяженность маршрута которого составляет около 5596 км. Маршрут драйв-теста охватывает городах Пермь, Березники, Кунгур, Лысьва, Кудымкар, Губаха, Верещагино, Кизел, Красновишерск, Очер, Полазна, Куеда, Октябрьский и Суксун, 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 Samsung Galaxy S23. 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 9420 повторяющихся голосовых соединений типа «мобильный — мобильный» длительностью 120 секунд, а также 23254 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 ограниче-

Рисунок 7.
Измерительный комплекс, установленный в автомобиле

ниями, 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.

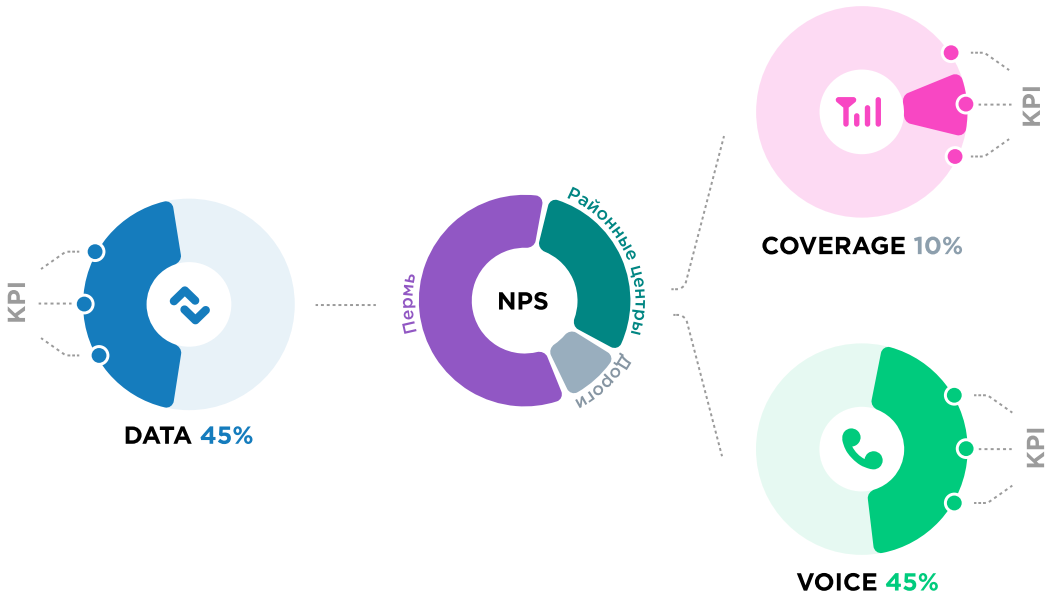


Рисунок 8.
Схема агрегации показателей и оценок