

Качество связи на дорогах Ташкентской области

Лето 2026

dmtel



Рисунок 1.
Карта маршрута драйв-теста

Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое проведено на территории Ташкентской области. Масштабное исследование позволяет оценить качество услуг, предоставляемых абонентам на автомобильных дорогах. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества услуг мобильной связи выполнены в период с 10 по 19 августа 2026 г. Общая протяженность маршрута составляет 1395 км (см. рис. 1).

Для количественной оценки качества используются показатели, объективно отражающие возможность успешно пользоваться услугами мобильной связи: доступность, надежность и качество коммуникации. Для оценки радиопокрытия используются показатели, характеризующие предельные уровни радиосигнала, достаточные для подключения к сетям LTE (4G) и NR (5G) и пользования услугами мобильной связи.

На основе таких показателей рассчитываются единые интегральные оценки, которые отражают относительные позиции операторов (рейтинги). Для наглядности приводятся по отдельности рейтинги на основе интегральных оценок качества голосовой связи, мобильного интернета и радиопокрытия в сетях LTE (4G) и NR (5G),

Распределение итоговых оценок качества услуг связи представлено на диаграмме на рис. 2. 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.

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

Рисунок 2.
Распределение итоговых интегральных оценок



Ucell

Ucell занимает первую позицию в рейтинге оценок качества услуг мобильной связи на автодорогах Ташкентской области. По качеству мобильного интернета Ucell существенно опережает конкурентов и уверенно занимает первую позицию. Оценки качества телефонной связи и радиопокрытия в сети Ucell соответствуют второй позиции.



Uztelecom следует за Ucell и находится на второй позиции рейтинга итоговых оценок. В сети Uztelecom итоговые оценки качества голосовой связи и радиопокрытия заметно выше, чем у конкурентов, и соответствуют первой позиции. По качеству мобильного интернета Uztelecom находится на третьей позиции.

mobiuz



Mobiuz находится на третьей позиции в рейтинге. По качеству мобильного интернета Mobiuz уступает только Ucell и находится на второй позиции. Оценки качества голосовой связи и радиопокрытия в сети Mobiuz соответствуют третьей позиции.



Beeline уступает конкурентам и занимает четвертую позицию рейтинга. Оценки качества телефонной связи, мобильного интернета и радиопокрытия в сети Beeline ниже, чем в сетях конкурентов и соответствуют четвертой позиции.

Радиопокрытие

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

Распределение интегральных оценок радиопокрытия для разных пороговых значений уровня принимаемого радиосигнала, а также общая итоговая оценка приводятся на диаграмме (см. рис. 3).

По совокупности оценок Uztelecom демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию по радиопокрытию на автодорогах Ташкентской области. Ucell следует за Uztelecom. Mobiuz уступает Ucell и занимает третью позицию. В сети Beeline отмечена наименьшая оценка, соответствующая четвертой позиции.

В сетях LTE Uztelecom, Ucell и Mobiuz обеспечивают почти непрерывное радиопокрытие: доли значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm не превышают 0.11%. В сети Beeline доля значений RSRP Best ниже порога -114 dBm составляет 1.08%, что заметно больше, чем в сетях конкурентов.

В итоге Uztelecom, Ucell и Mobiuz демонстрируют одинаковые максимальные оценки, и разделяют первую позицию по радиопокрытию в сетях LTE на автодорогах Ташкентской области. В сети Beeline оценка на два балла ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствует второй позиции.

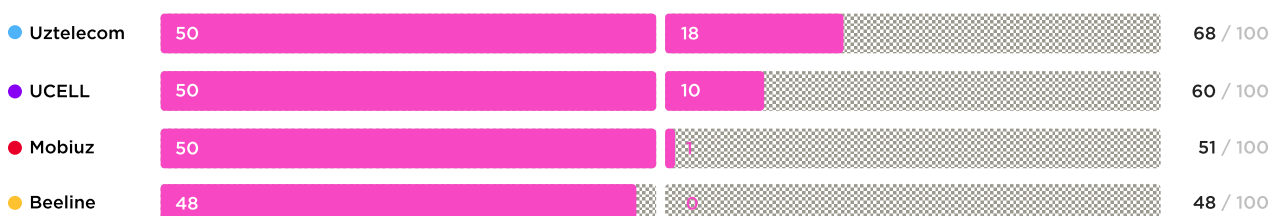
В сетях NR Uztelecom, Ucell и Mobiuz более, чем на половине маршрута не обеспечивается радиопокрытие, достаточное для пользования услугами мобильной связи. В сети NR Beeline радиопокрытие полностью отсутствует на маршруте драйв-теста. При этом в сети NR Uztelecom отмечена наименьшая общая относительная протяженность участков, на которых отсутствует радиопокрытие: доля значений SS-RSRP Best ниже порога -114 dBm составляет 57.12%, что суще-

ственно лучше, чем в сетях конкурентов. В сетях Ucell и Mobiuz относительная протяженность таких участков заметно больше: доли значений SS-RSRP Best ниже -114 dBm равны 72.31% и 87.37% соответственно.

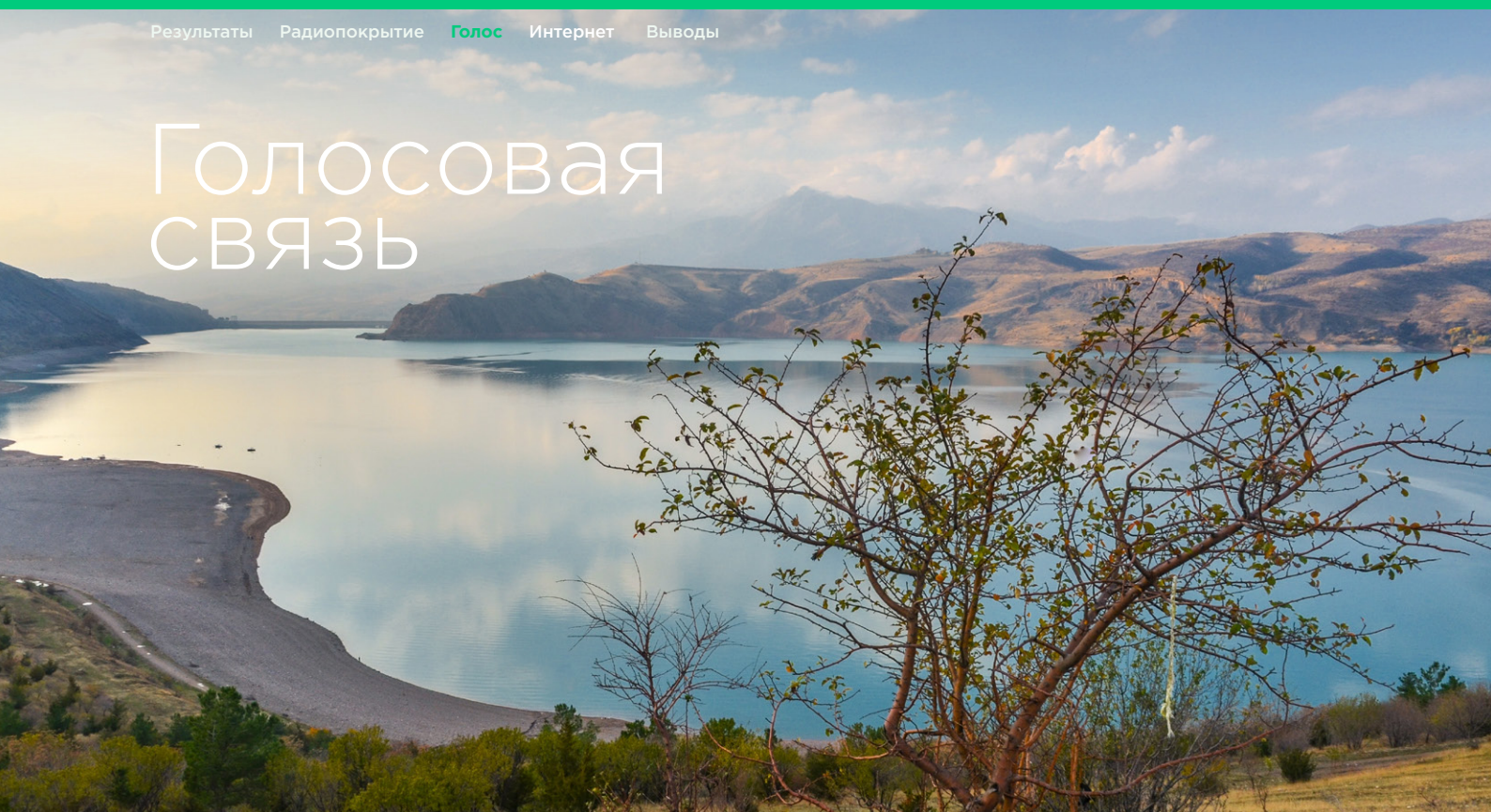
Важно учитывать, что в сетях NR Mobiuz и Beeline отмечены предельно низкие оценки радиопокрытия, и составляют 1 балл и 0 баллов соответственно. В сети Mobiuz общая протяженность участков, на которых обеспечивается радиопокрытие, достаточное для подключения к сети NR, составляет примерно десятую часть маршрута. В сети Beeline такие участки отсутствуют.

В результате Uztelecom демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию по радиопокрытию в сети NR на автодорогах Ташкентской области. Ucell следует за Uztelecom. Mobiuz заметно уступает Ucell и занимает третью позицию. Beeline уступает конкурентам и находится на четвертой позиции.

Рисунок 3.
Распределение итоговых интегральных оценок радиопокрытия



Голосовая СВЯЗЬ



Интегральная оценка качества услуг голосовой связи характеризует возможность быстро и успешно дозвониться, чтобы совершить телефонный разговор без обрыва и искажений голоса собеседника.

Uztelecom существенно опережает конкурентов по доступности и надежности голосовой связи. В частности, в сети Uztelecom доли отказов и обрывов равны 4.92% и 2.66% соответственно, что существенно меньше, чем в сетях других операторов. В сети Uztelecom 90% оценок качества речи выше 2.98 MOS (нижний дециль), что соответствует оценке «удовлетворительно». При этом доля оценок «неприемлемо» (ниже 1.5 MOS) в сети Uztelecom значительно меньше, чем у конкурентов, и равна 2.89%. В сети Uztelecom 90% значений времени установления соединения ниже 5.30 с (верхний дециль), что немного больше, чем в сети Ucell. Небольшое отставание от Ucell по скорости соединения не оказывает существенного влияния на итоговую оценку.

В результате по совокупности показателей качества голосовой связи Uztelecom демонстрирует наибольшую итоговую оценку и уверенно

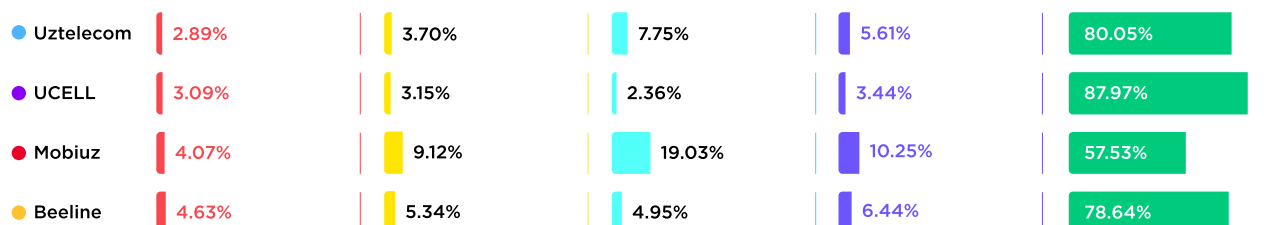
занимает первое место, существенно опережая конкурентов.

Ucell заметно уступает Uztelecom, но опережает Mobius и Beeline по доступности и надежности голосовой связи: доли отказов и обрывов равны 12.75% и 3.55% соответственно. В сети Ucell 90% оценок качества речи выше 3.45 MOS, что соответствует оценке «хорошо». Доля оценок «неприемлемо» в сети Ucell больше, чем в сети Uztelecom, и равна 3.09%. По скорости соединения Ucell показывает наилучший результат: 90% значений времени установления соединения ниже 5.01 с.

В результате Ucell занимает вторую позицию по качеству голосовой связи, значительно опережая Mobius и Beeline.

Mobius отстает от Ucell по доступности и надежности голосовой связи. В сети Mobius доли отказов и обрывов значительно больше, чем в сети Ucell, и равны 15.19% и 7.84% соответственно. В сети Mobius 90% оценок качества речи выше 2.40 MOS, что соответствует оценке «плохо». Доля оценок «неприемлемо» в сети Mobius больше, в сети Ucell, и равна 4.07%. По скорости

Рисунок 4.
Распределение градаций качества принимаемой речи



соединения Mobiuz уступает конкурентам: 90% значений времени установления соединения ниже 10.02 с.

В итоге оценка качества голосовой связи в сети Mobiuz заметно ниже, чем в сети Ucell, и соответствует третьей позиции.

Beeline существенно уступает конкурентам по доступности и надежности голосовой связи. В сети Beeline доли отказов и обрывов равны 28.41% и 9.45% соответственно, что существенно больше, чем у других операторов. В сети Beeline 90% оценок качества речи выше 2.60 MOS, что соответствует нижней границе диапазона значений оценки «удовлетворительно». Доля оценок «неприемлемо» в сети Beeline выше, чем у конкурентов, и равна 4.63%. В сети Beeline 90% значений времени установления соединения ниже 8.37 с, что заметно хуже, чем в сетях Uztelecom и Ucell. Отставание от конкурентов по доступности и надежности голосовой связи приводит к значительному снижению итоговой оценки.

В результате оценка в сети Beeline значительно ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствует четвертой позиции рейтинга оценок качества голосовой связи на автодорогах Ташкентской области.

Диаграмма на рис. 4 дополняет картину в части распределения оценок качества речи на маршруте драйв-теста. Диаграмма отражает распределение градаций качества принимаемой речи, характеризующих степень удовлетворенности абонентов и относительную протяженность соответствующих участков маршрута. Соответствие оценок по шкале MOS реальному качеству воспринимаемой абонентом речи приводится в Приложении 3.

В сетях Uztelecom и Ucell суммарные доли оценок «хорошо» и «отлично» составляют около 86% и 91% соответственно, а в сетях Mobiuz и Beeline – примерно 68% и 85% соответственно.

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. рис. 5).

Ucell демонстрирует наибольшие оценки и занимает первую позицию по качеству сервисов FTP DL и YouTube. По качеству сервиса FTP UL Ucell находится на второй позиции, что не оказывает заметного влияния на общую оценку. В итоге Ucell заметно опережает конкурентов и занимает первую позицию рейтинга оценок качества мобильного интернета на автодорогах Ташкентской области.

Mobiuz и Uztelecom показывают наилучшие и одинаковые оценки по качеству сервиса FTP UL, и разделяют первую позицию. Оценки каче-

ства сервисов FTP DL и YouTube в сети Mobiuz заметно ниже, чем в сети Ucell, и соответствуют второй позиции. В результате Mobiuz смещается на вторую позицию рейтинга.

Uztelecom и Mobiuz разделяют первую позицию по качеству сервиса FTP UL. Оценки качества сервисов FTP DL и YouTube в сети Uztelecom существенно ниже, чем в сетях Ucell и Mobiuz, и соответствуют третьей позиции. Отставание по качеству сервисов FTP DL и YouTube негативно влияет на итоговую оценку и приводит к смещению Uztelecom на третью позицию рейтинга.

В сети Beeline оценки качества сервисов FTP DL, FTP UL и YouTube ниже, чем в сетях конкурентов. В итоге Beeline смещается на четвертую позицию рейтинга итоговых оценок качества мобильного интернета.

Загрузка данных из интернета (Downlink)

Ucell демонстрирует наилучшие результаты по успешности сервисов FTP DL и YouTube: доли неуспешных сессий равны 3.76% и 17.80%; соответственно, что заметно меньше, чем в сетях конкурентов. В сети Ucell 90% значений скоростей

Рисунок 5.
Распределение итоговых оценок качества мобильного интернета

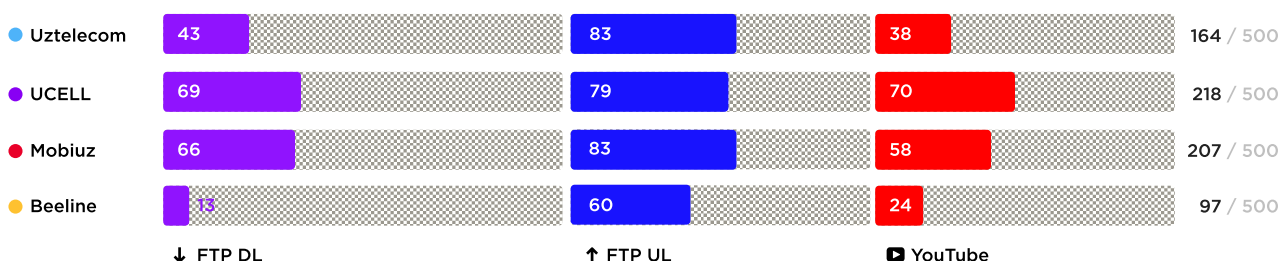
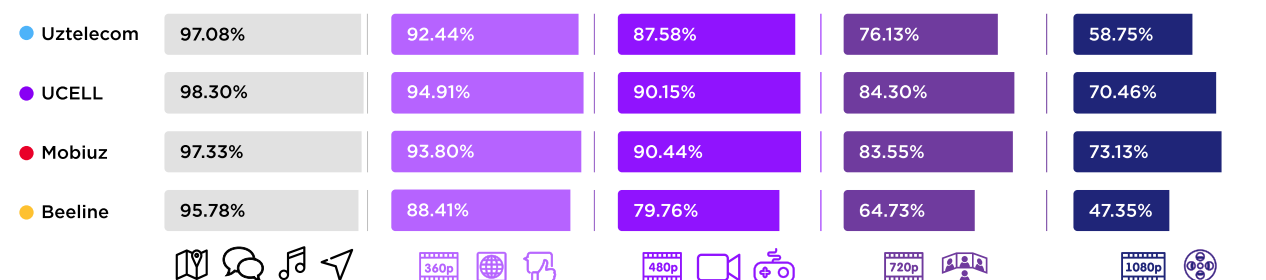


Рисунок 6.
Распределение типов сервисов и скоростей (Downlink)



сервиса FTP DL выше 2.02 Мбит/с, что немного меньше, чем в сети Mobius, но больше, чем в сетях Uztelecom и Beeline. По стабильности скоростей сервиса FTP DL Ucell показывает наилучший результат: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 5.09%, что заметно меньше, чем в сетях конкурентов. Провалы скорости значительно увеличивают риски нарушений в работе и неуспешного завершения приложения на основе доступа в интернет. Провалы скорости при воспроизведении видео часто приводят к “замираниям”. По характеристикам времени доступа к сервису YouTube и качества воспроизведения видеоконтента Ucell опережает конкурентов.

В результате по совокупности показателей Ucell занимает первую позицию по качеству сервисов FTP DL и YouTube.

Mobius немного уступает Ucell, но существенно опережает Uztelecom и Beeline по успешности сервисов FTP DL и YouTube: доли неуспешных сессий равны 4.68% и 22.84% соответственно. В сети Mobius отмечены наилучшие фактические значения показателей, характеризующих скорость загрузки данных из интернета. В частности, 90% значений скоростей сервиса FTP DL выше 2.12 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса FTP DL Mobius немного уступает Ucell: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 6.20%. По большинству характеристик времени доступа к сервису YouTube и качества воспроизведения видеоконтента Mobius уступает Ucell, но опережает Uztelecom и Beeline.

В итоге по совокупности показателей Mobius находится на второй позиции по качеству сервисов FTP DL и YouTube.

Uztelecom значительно уступает Ucell и Mobius, но опережает Beeline по успешности сервисов FTP DL и YouTube: доли неуспешных сессий равны 12.97% и 27.70%; соответственно. В сети Uztelecom 90% значений скоростей сервиса FTP DL выше 1.54 Мбит/с, что немного меньше, чем в сетях Mobius и Ucell, но заметно больше, чем в сети Beeline. По стабильности скоростей сервиса FTP DL Uztelecom уступает Ucell и Mobius, но существенно опережает Beeline: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 7.56%. По характеристикам времени доступа к сервису YouTube и каче-

ства воспроизведения видеоконтента Uztelecom уступает Ucell и Mobius, но опережает Beeline.

В результате по совокупности показателей Uztelecom находится на третьей позиции по качеству сервисов FTP DL и YouTube.

Beeline существенно уступает конкурентам по успешности сервисов FTP DL и YouTube: доли неуспешных сессий равны 17.97% и 44.54%; соответственно. В сети Beeline 90% значений скоростей сервиса FTP DL выше 0.83 Мбит/с, что заметно меньше, чем в сетях других операторов. По стабильности скоростей сервиса FTP DL Beeline также заметно уступает конкурентам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 11.59%. По характеристикам времени доступа к сервису YouTube и качества воспроизведения видеоконтента Beeline уступает другим операторам.

В результате Beeline смещается на четвертую позицию по качеству сервисов FTP DL и YouTube.

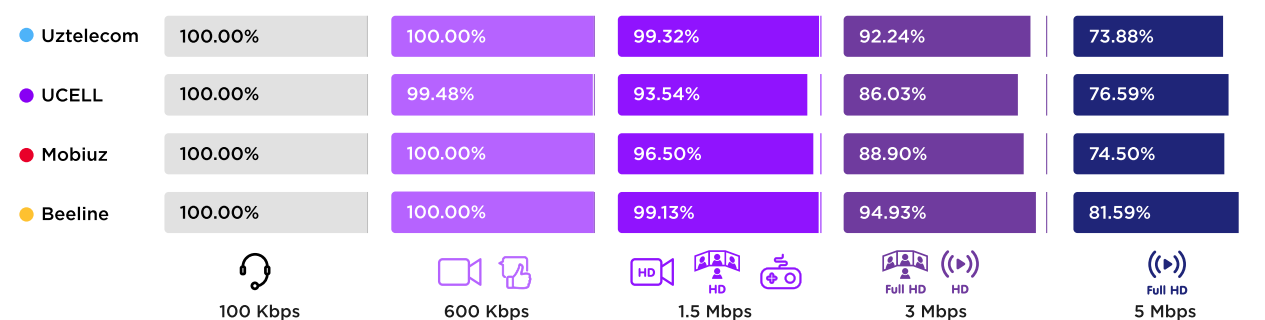
Диаграмма на рис. 6 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных из интернета (Downlink).

В сетях всех операторов на значительной части маршрута отмечены скорости, достаточные для успешного воспроизведения видео высокой четкости в форматах HD 1280x720 или Full HD1920x1080 и просмотра контента web-страниц. В сетях Ucell и Mobius доля скоростей ниже 4 Мбит/с составляет около 16%, а в сетях Uztelecom и Beeline – примерно 24% и 35% соответственно.

Загрузка данных в интернет (Uplink)

Uztelecom уступает Ucell и Mobius, но значительно опережает Beeline по успешности сервиса FTP UL: доля неуспешных сессий равна 4.17%. В сетях Uztelecom и Beeline отмечены одинаковые значения нижнего дециля распределения скоростей сервиса FTP UL: 90% значений скоростей выше 3.25 Мбит/с, что заметно больше, чем в сетях Mobius и Ucell. По стабильности скоростей сервиса FTP UL Uztelecom, Mobius и Beeline показывают одинаковый и наилучший результат:

Рисунок 7.
Распределение типов сервисов и скоростей (Uplink)



значения ниже 1 Мбит/с не зарегистрированы. По успешности сервиса FTP UL в сети Mobiuз отмечен наилучший результат: доля неуспешных сессий равна 0.30%. В сети Mobiuз 90% значений скоростей выше 2.17 Мбит/с.

В результате по совокупности показателей Uztelecom и Mobiuз демонстрируют наибольшие и одинаковые оценки, и разделяют первую позицию по качеству сервиса FTP UL.

Ucell уступает Mobiuз, но существенно опережает Uztelecom и Beeline по успешности сервиса FTP UL: доля неуспешных сессий равна 0.61%. В сети Ucell 90% значений скоростей выше 2.33 Мбит/с, что немного лучше, чем в сети Mobiuз. По стабильности скоростей сервиса FTP UL Ucell заметно уступает конкурентам: доля значений ниже 1 Мбит/с равна 2.53%.

В итоге оценка качества сервиса FTP UL в сети Ucell на четыре балла ниже, чем в сетях Uztelecom и Mobiuз, что приводит к смещению Ucell на вторую позицию.

Beeline значительно отстает от конкурентов по успешности сервиса FTP UL: доля неуспешных сессий составляет 26.52%. По скоростям сервиса FTP UL Beeline не уступает Uztelecom: 90% значений скоростей выше 3.25 Мбит/с. По стабильности скоростей сервиса FTP UL Beeline не уступает Uztelecom и Mobiuз: значения ниже 1 Мбит/с не зарегистрированы. Отставание от конкурентов по успешности сервиса FTP UL приводит к значительному снижению интегральной оценки.

В итоге по совокупности показателей Beeline получает наименьшую оценку, заметно отставая от конкурентов, и занимает третью позицию по качеству сервиса FTP UL.

Диаграмма на рис. 7 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе передачи данных в интернет (Uplink).

Все операторы, обеспечивают скорости выше 1.5 Мбит/с, необходимые для популярных услуг, включая видеозвонки и видеоконференции в формате HD, почти на всем маршруте движения (не менее 93%)

Выводы

Ucell



Ucell уверенно занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на автомобильных дорогах Ташкентской области. По совокупности оценок качества услуг голосовой связи, сервисов мобильного интернета и радиопокрытия Ucell опережает конкурентов.

По радиопокрытию в сети LTE Uztelecom, Ucell и Mobiuz разделяют первую позицию. По радиопокрытию в сети NR Ucell отстает от Uztelecom и занимает вторую позицию. Суммарная оценка радиопокрытия в сетях LTE и NR Ucell ниже, чем в сети Uztelecom, и соответствует второй позиции.

Оценка качества голосовой связи в сети Ucell ниже, чем в сети Uztelecom, и соответствует второй позиции.

Ucell демонстрирует наибольшую оценку качества мобильного интернета и занимает первую позицию, существенно опережая конкурентов. Такой результат характеризуют возможность успешно пользоваться мобильным интернетом с наименьшими рисками нарушений в работе сервисов и приложений мобильного интернета.

Отставание Ucell по радиопокрытию и по качеству голосовой связи от Uztelecom не приводит к существенному снижению итоговой оценки.

В итоге по сумме оценок Ucell занимает первую позицию рейтинга, существенно опережая конкурентов.



Uztelecom следует за Ucell и находится на второй позиции рейтинга итоговых оценок.

По радиопокрытию в сети LTE оператор Uztelecom разделяет первую позицию с операторами Ucell и Mobiuz. Кроме того, Uztelecom показывает наилучший результат и заметно опережает конкурентов по охвату исследуемой территории радиопокрытием в сети NR. Суммарная оценка радиопокрытия в сетях LTE и NR Uztelecom заметно выше, чем в сетях конкурентов, и соответствует первой позиции.

Uztelecom опережает конкурентов по качеству голосовой связи. Uztelecom демонстрирует наилучшие результаты в части возможности успешно пользоваться голосовой связью с наименьшими рисками отказов, обрывов и искажений голоса до неприемлемого уровня.

Оценка качества сервисов мобильного интернета в сети Uztelecom существенно ниже, чем в сетях Ucell и Mobiuz, и соответствует третьей позиции. Отставание Uztelecom от Ucell и Mobiuz по качеству мобильного интернета оказывает заметное негативное влияние на итоговую оценку.

В результате Uztelecom смещается на вторую позицию итогового рейтинга.

mobiuz



Mobiuz заметно отстает от Uztelecom и находится на третьей позиции рейтинга.

По радиопокрытию в сети LTE оператор Mobiuz разделяет первую позицию с операторами Uztelecom и Ucell. По радиопокрытию в сети NR Mobiuz значительно отстает от Uztelecom и Ucell, и занимает третью позицию. Суммарная оценка радиопокрытия в сетях LTE и NR Mobiuz соответствует третьей позиции.

Оценка качества телефонной связи в сети Mobiuz соответствуют третьей позиции.

По качеству мобильного интернета Mobiuz уступает только Ucell и находится на второй позиции.

Снижение оценок по радиопокрытию и по телефонной связи оказывает заметное негативное влияние на итоговую оценку.

В итоге Mobiuz смещается на третью позицию итогового рейтинга.



Beeline уступает конкурентам и занимает четвертую позицию рейтинга.

По радиопокрытию в сети LTE Beeline уступает конкурентам и занимает вторую позицию. Радиопокрытие в сети NR Beeline отсутствует на маршруте драйв-теста. По совокупности оценок радиопокрытия Beeline отстает от конкурентов и находится на четвертой позиции.

Оценка качества голосовой связи в сети Beeline существенно ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствует четвертой позиции.

По качеству мобильного интернета Beeline значительно отстает от конкурентов и занимает четвертую позицию.

В результате Beeline занимает четвертую позицию итогового рейтинга.

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

ке, применяемые на практике и в специальной литературе, включая технические спецификации ETSI и документы ITU. Для справки приводятся также соответствующие эквивалентные названия на русском языке.

Таблица 1.
Показатели качества услуг голосовой связи

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	UZTELECOM	Ucell	Mobiuz	Beeline
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	4.92	12.75	15.19	28.41
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	2.66	3.55	7.84	9.45
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	2.89	3.09	4.07	4.63
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.17	4.24	3.74	4.09
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижний дециль, [MOS]	2.98	3.45	2.40	2.60
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.38	3.33	4.64	3.70
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхний дециль, сек.	5.30	5.01	10.02	8.37

Таблица 2.
Показатели качества услуг передачи данных DL

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	UZTELECOM	Ucell	Mobiuz	Beeline
HTTP Data DL					
FTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера FTP, %	87.03	96.24	95.32	82.03
FTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера FTP, Мбит/с	26.84	25.09	26.40	12.87
FTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера FTP < 1 Мбит/с, %	7.56	5.09	6.20	11.59
10th percentile of FTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера FTP, нижний дециль, Мбит/с	1.54	2.02	2.12	0.83
90th percentile of FTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера FTP, верхний дециль, Мбит/с	50.26	59.25	59.89	31.23
YouTube					
Video Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий воспроизведения видео, %	72.30	82.20	77.16	55.46
Video MOS, [MOS]	Средняя оценка качества видео, [MOS]	4.30	4.42	4.40	4.08
Video MOS, P10, [MOS]	Оценка качества видео, нижний дециль, [MOS]	3.23	3.35	3.40	2.77
FHD/UHD Resolution Ratio, %	Доля времени воспроизведения видео высокой и ультравысокой четкости в форматах FHD и UHD, %	63.53	73.99	73.14	55.84
Playouts without interruptions, %	Доля сессий воспроизведения видео без "замираний", %	95.69	92.99	95.66	92.49
Average Video Access Time, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, среднее значение, сек.	3.44	2.74	2.92	3.76
Average Video Access Time, P90, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, верхний дециль, сек.	6.31	4.52	4.90	6.55

Таблица 3.
Показатели качества услуг передачи данных UL

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	UZTELECOM	Ucell	Mobiuz	Beeline
FTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер FTP, %	95.83	99.39	99.70	73.48
FTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер FTP, Мбит/с	14.49	14.56	14.71	14.67
FTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер FTP < 0,6 Мбит/с, %	0.00	2.53	0.00	0.00
10th percentile of FTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер FTP, нижний дециль, Мбит/с	3.25	2.33	2.17	3.25
90th percentile of FTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер FTP, верхний дециль, Мбит/с	30.34	29.77	33.59	30.49

Таблица 4.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE и NR

Оригинальное название показателя KPI	Название показателя на русском языке	UZTELECOM	Ucell	Mobiuz	Beeline
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети 4G < -114 dBm, %	0.02	0.11	0.09	1.08
SS RSRP Best > -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети 5G > -104 dBm, %	57.12	72.31	87.37	100.00

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.

	UZTELECOM	UCELL	Mobiuz	Beeline
GSM, 1800, %	0.00	0.00	5.55	2.59
GSM, 900, %	1.17	1.08	5.24	3.80
WCDMA, 2100, %	4.12	2.28	8.84	5.76
WCDMA, 900, %	5.22	0.00	0.00	2.11
LTE, 700, %	36.28	2.66	0.00	0.00
LTE, 800, %	0.00	0.00	3.85	0.00
LTE, 850, %	0.00	0.00	0.00	16.47
LTE, 1800, %	50.52	47.92	22.50	50.36
LTE, 2600, %	0.00	20.44	22.00	17.92
LTE, 2100, %	0.00	23.88	32.01	1.00
LTE TDD, 2300, %	2.69	0.00	0.00	0.00
LTE TDD, 2600, %	0.00	1.75	0.00	0.00

Таблица 1.
Распределение сервирующих технологий во время разговора

	UZTELECOM	UCELL	Mobiuz	Beeline
4G (VoLTE)				
EVS, %	61.23	93.34	56.8	42.86
AMR WB, %	36.73	5.27	22.22	57.14
AMR NB, %	2.04	1.39	20.98	-
3G				
AMR WB, %	4.73	97.86	53.55	85.54
AMR NB, %	95.27	2.14	46.45	14.46

Таблица 2.
Распределение речевых кодеков

В таблицах 3–6 приводится распределение технологий, функций, режимов, зарегистрированных тестовыми устройствами при передаче данных для всей области в целом.

	UZTELECOM	UCELL	Mobiuz	Beeline
GPRS, %	0.00	0.00	0.02	0.01
EDGE, %	0.00	0.20	0.61	0.09
WCDMA, %	0.16	0.07	0.13	0.44
HSPA, %	0.41	0.55	6.25	0.00
DC-HSPA, %	0.24	0.00	0.00	0.00
LTE, %	16.80	9.03	6.77	70.26
LTE CA, %	79.37	89.28	86.07	29.21
EN-DC, %	3.02	0.88	0.15	0.00

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

	UZTELECOM	UCCELL	Mobiuz	Beeline
QPSK, %	58.46	35.59	55.33	47.04
16QAM, %	24.96	42.55	28.84	34.55
64QAM, %	14.50	21.01	14.23	18.29
256QAM, %	2.08	0.85	1.60	0.12

Таблица 4.
Распределение типов модуляции
в сетях LTE

	UZTELECOM	UCCELL	Mobiuz	Beeline
QPSK, %	48.16	46.52	52.25	-
16QAM, %	23.45	20.75	26.20	-
64QAM, %	21.79	28.89	21.29	-
256QAM, %	6.60	3.84	0.25	-

Таблица 5.
Распределение типов модуляции
в сетях NR

	UZTELECOM	UCCELL	Mobiuz	Beeline
MIMO not used, %	69.01	63.26	50.27	63.50
MIMO 2x2, %	28.13	6.63	38.21	24.78
MIMO 4x4, %	2.86	30.10	11.51	11.72

Таблица 6.
Распределение режимов работы
MIMO

Кратко о технологии выполнения тестов

Сравнительная оценка выполнена на основе анализа результатов драйв-теста, протяженность маршрута которого составляет около 1395 км. 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 NBM (рис. 8). Аналитика и обработка результатов выполнены с помощью программного обеспечения Nemo Analyze. Контроль характеристик качества услуг связи выполнен с помощью смартфонов Samsung Galaxy S22. Тестовые устройства обеспечивают корректные результаты с учетом всех современных технологий и функций (включая DC-HSPA, LTE, LTE CA, VoLTE, MIMO 2x2/4x4, NR (EN-DC), реализованных в сети каждого оператора в период проведения работ. В процессе исследования тестовые телефоны находились в режиме свободного выбора технологии GSM, WCDMA, LTE или NR.

При движении по маршруту драйв-теста выполнено около 960 повторяющихся голосовых соединений типа «мобильный — мобильный» длительностью 120 секунд, а также около 1240 сессий загрузки данных одновременно в сети каж-

дого оператора. Каждая сессия загрузки данных включает серию тестов загрузки файла (Downlink и Uplink) фиксированной длительности (FDTT, см. ETSI TR 102678).

Для оценки характеристик качества видео выполнялись повторяющиеся сессии воспроизведения видеоконтента с ресурса YouTube. Расчет показателей качества видео реализован с учетом Рекомендации ITU-T P.1204.

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,



Рисунок 8.
Измерительный комплекс, установленный в автомобиле

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 (FTP 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 (FTP 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. 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, например голосовая связь, просмотр видео, отправка данных в Интернет, загрузка данных из интернета и др.

На рис. 9 ниже для наглядности приводится схема агрегации показателей и оценок, используемых в данном исследовании, с указанием весовых коэффициентов для разных типов сервисов.

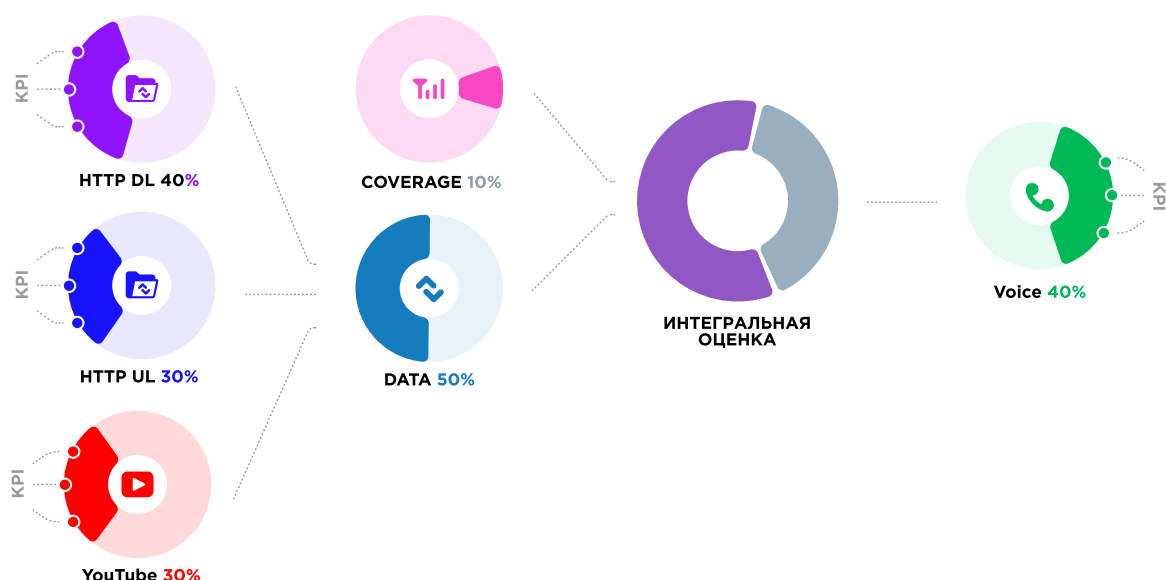


Рисунок 9.
Схема агрегации показателей и оценок