

Качество мобильной связи в Нижегородской области

Зима 2024



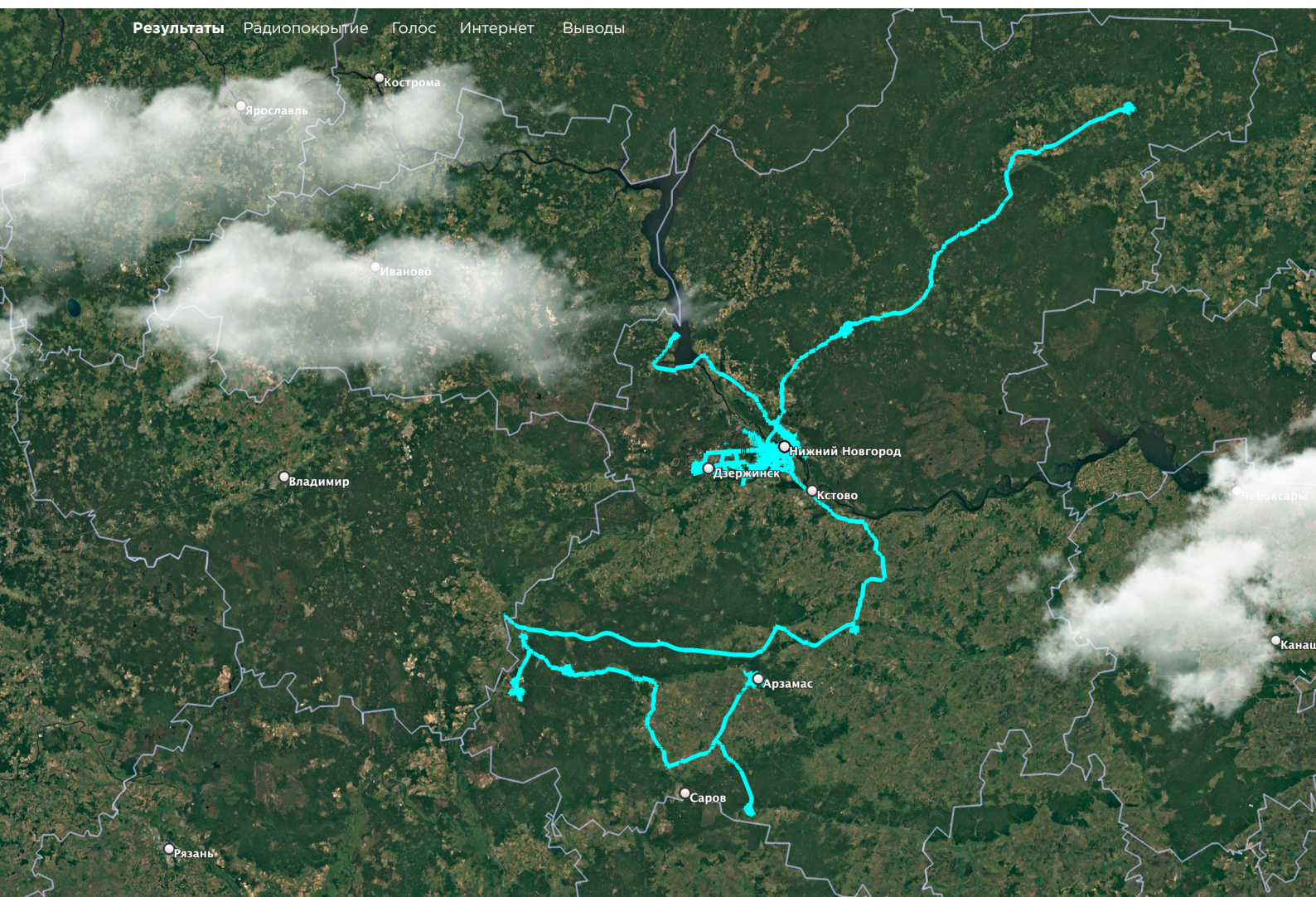


Рисунок 1.
Карта маршрута

Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое впервые проведено в Поволжье на территории Нижегородской области. Масштабное исследование позволяет оценить качество услуг, предоставляемых абонентам в городах Нижний Новгород, Арзамас, Бор, Выкса, Дзержинск, Навашино, Кулебаки, Первомайск, Перевоз, Семёнов, Чкаловск и Шахунья, а также на автомобильных дорогах, соединяющих эти города. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества услуг мобильной связи выполнены в период с 25 ноября по 10 декабря 2024 г. на маршруте общей протяженностью около 3074 км (см. Рисунок 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 сети LTE и пользования услугами мобильной связи. На основе таких показателей рассчитываются единые интегральные оценки, которые отражают относительные позиции операторов (рейтинги).

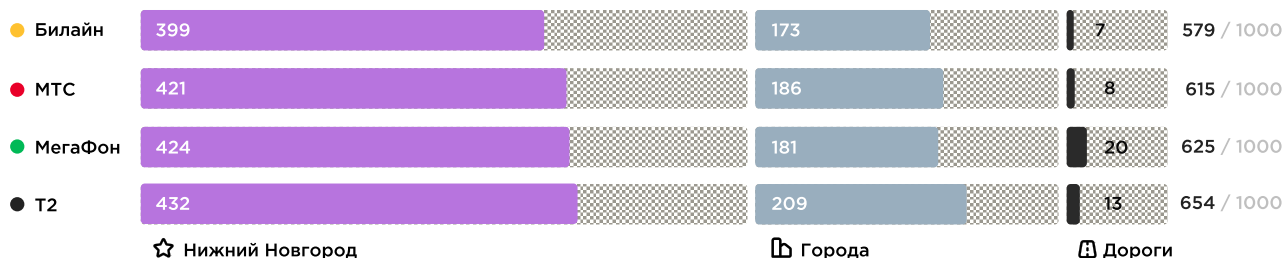
Для наглядности приводятся по отдельности рейтинги на основе интегральных оценок для каждой категории объектов: областной центр, города областного значения и автодороги. Кроме того, в тексте отчета показаны рейтинги на основе интегральных оценок для услуг голосовой связи, услуг мобильного доступа в интернет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

Итоговые оценки качества услуг связи представлены на диаграмме на Рисунке 2. Единые итоговые оценки характеризуют интегральное качество услуг телефонной связи, мобильного интернета и радиопокрытия. Все единые итоговые оценки заметно 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 2 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.

Рисунок 2.
Распределение итоговых интегральных оценок



Т2 занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на территории Нижегородской области. В сети Т2 итоговая оценка в Нижнем Новгороде и городах областного значения соответствует первой позиции, а на автомобильных дорогах – второй. В сети Т2 отмечена наибольшая интегральная оценка качества телефонной связи. По качеству сервисов мобильного интернета Т2 занимает третью позицию.



МегаФон следует за Т2 и находится на второй позиции в рейтинге итоговых оценок. В сети МегаФона итоговая оценка в Нижнем Новгороде соответствует второй позиции, на автодорогах – первой. В городах областного значения МегаФон уступает Т2 и МТС и занимает третью позицию. Итоговая оценка качества голосовой связи в сети МегаФона соответствует третьей позиции. Наибольшая итоговая оценка качества сервисов мобильного интернета отмечена в сети МегаФона и соответствует первой позиции.

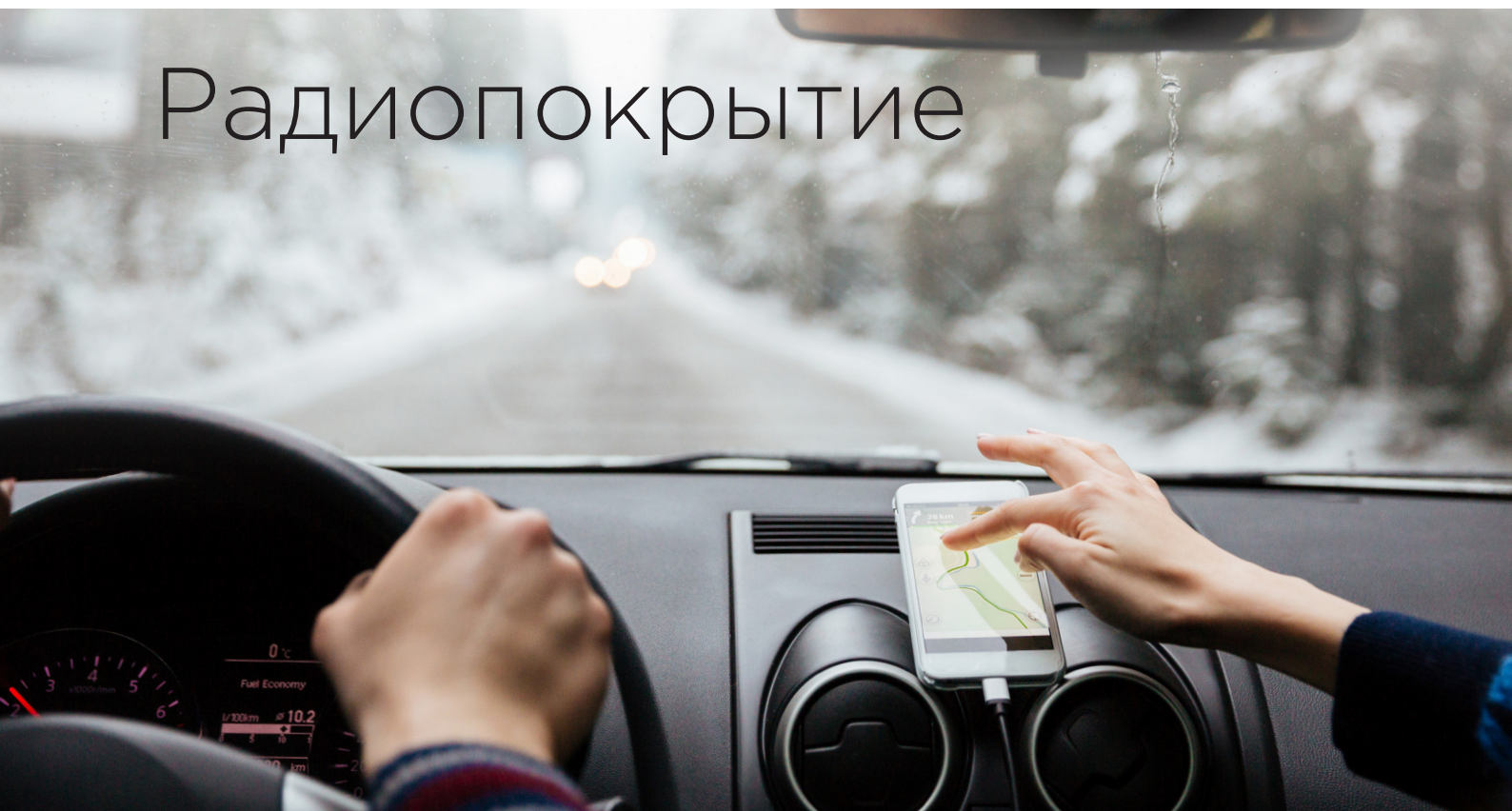


МТС находится на третьей позиции в рейтинге. В сети МТС итоговая оценка в городах областного значения соответствует второй позиции, а в Нижнем Новгороде и на автодорогах – третьей. Итоговые интегральные оценки качества услуг голосовой связи и сервисов мобильного интернета в сети МТС соответствуют второй позиции.



Билайн занимает четвертую позицию по итоговой оценке. В сети Билайна итоговые оценки на всех объектах исследования Нижегородской области соответствуют четвертой позиции. Итоговые интегральные оценки качества услуг голосовой связи и сервисов мобильного интернета в сети Билайна 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 2, 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 3).

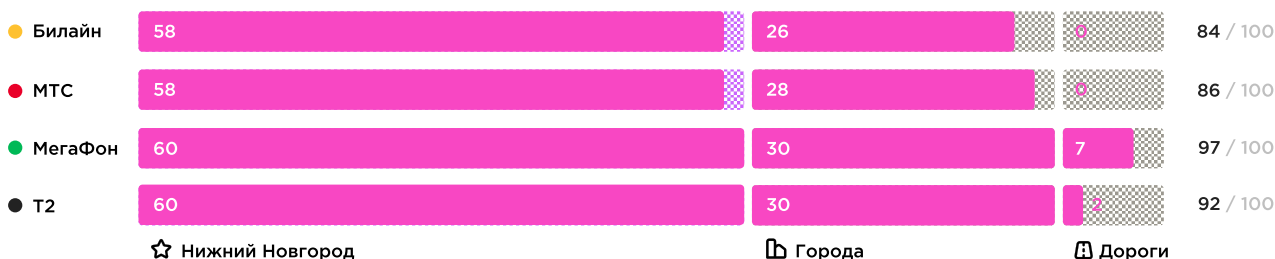
В сети МегаФона отмечена наибольшая интегральная оценка радиопокрытия: МегаФон обеспечивает наиболее полный охват радиопокрытием территорий всех исследуемых объектов Омской области на маршруте драйв-теста. В частности, МегаФон обеспечивает непрерывное радиопокрытие в Нижнем Новгороде и в городах областного значения: значения наилучшего уровня принимаемого опорного сигнала RSRP Best ниже порога -114 dBm не зарегистрированы. На автомобильных дорогах МегаФон обеспечивает почти непрерывное радиопокрытие: доля значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm составляет 1.72%.

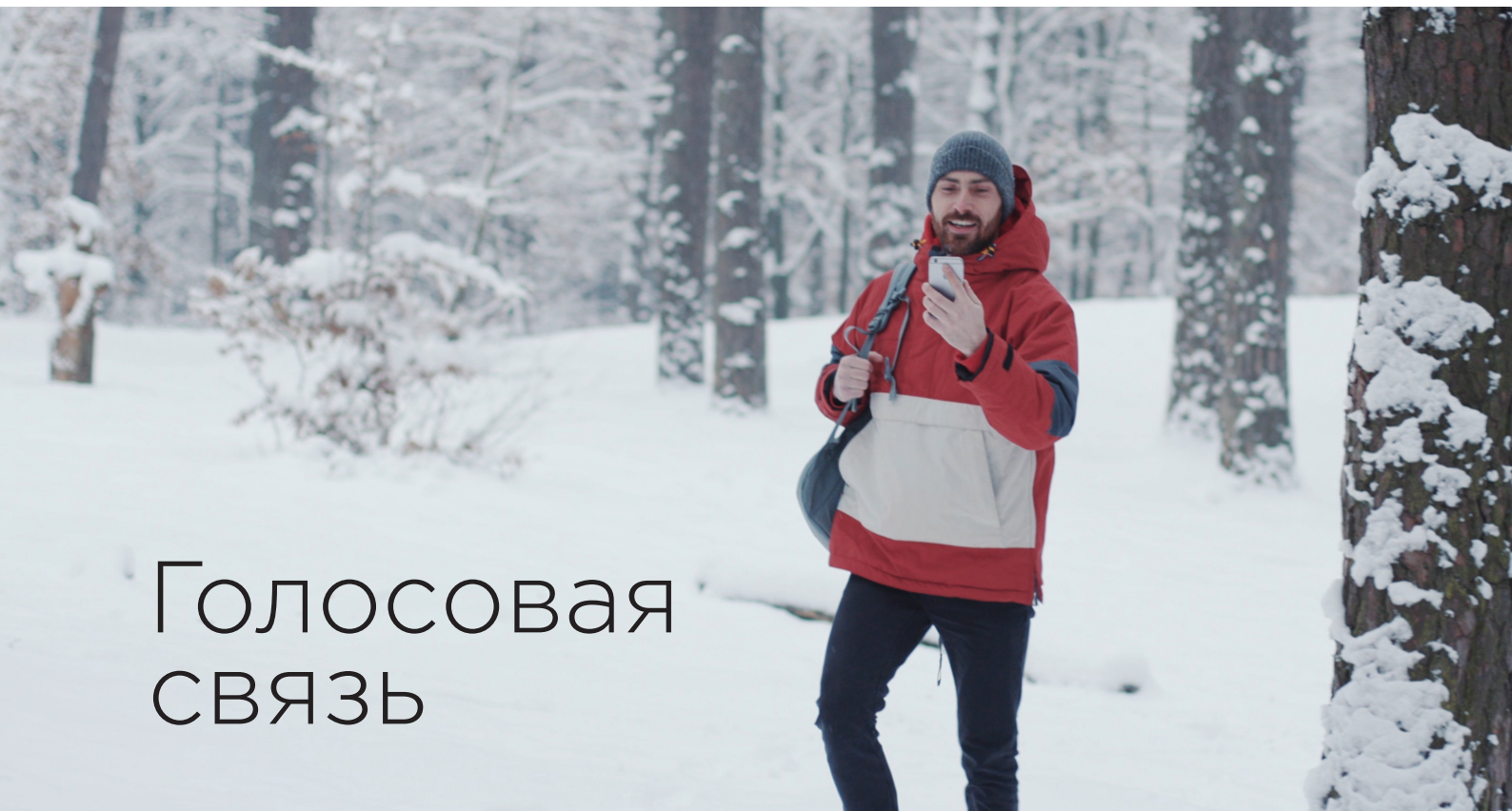
Оценка радиопокрытия в сети T2 немного ниже, чем в сети МегаФона и соответствует второй позиции. T2 обеспечивает непрерывное радиопокрытие в Нижнем Новгороде и в городах областного значения. На автомобильных дорогах T2 не обеспечивает непрерывное радиопокрытие, но опережает Билайн и МТС: доля значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm составляет 7.94%, что примерно в 4 раза и в 3 раза меньше, чем в сетях

В сети МТС оценка радиопокрытия ниже, чем в сети T2 и соответствует третьей позиции. Билайн отстает от МТС на два балла и занимает четвертую позицию по радиопокрытию в сети LTE.

В Нижнем Новгороде и в городах областного значения Билайн и МТС обеспечивают практически непрерывное радиопокрытие и демонстрируют близкие результаты: доли значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm составляют менее 1%. На автомобильных дорогах Билайн и МТС не обеспечивают непрерывное радиопокрытие на значительной части маршрута: доли значений наилучшего уровня сигнала RSRP Best ниже -114 dBm составляют около 35% и 25% соответственно.

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. Распределение итоговых интегральных оценок качества услуг голосовой связи для традиционных соединений (с коммутацией каналов (CS) или VoLTE) приводятся на диаграмме (см. Рисунок 4). 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 телефонной связи.

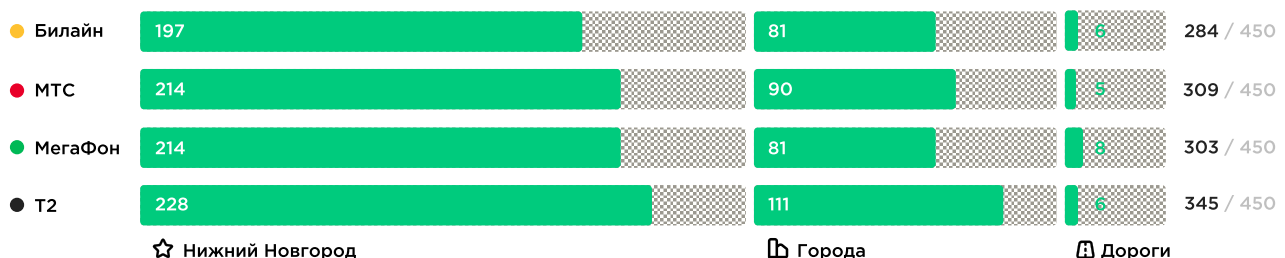
T2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и заметно опережает конкурентов по качеству услуг телефонной связи. В сети T2 отмечены наибольшие оценки качества голосовой связи в Нижнем Новгороде и в городах областного значения. На автодорогах T2 отстает от МегаФона на два балла и разделяет вторую позицию с Билайном.

В сети МТС итоговая оценка качества услуг голосовой связи ниже, чем в сети T2 и соответствует второй позиции. В Нижнем Новгороде и в городах областного значения МТС заметно уступает T2 и занимает вторую позицию. В Нижнем Новгороде МТС разделяет вторую позицию с МегаФоном. На автодорогах МТС отстает от T2 на один балл и находится на третьей позиции.

МегаФон незначительно уступает МТС по качеству голосовых соединений и занимает третью позицию. В Нижнем Новгороде МегаФон разделяет с МТС вторую позицию. На автомобильных дорогах МегаФон демонстрирует наибольшую оценку и занимает первую позицию. В городах областного значения МегаФон заметно отстает от МТС, что приводит к снижению итоговой оценки и смещению на третью позицию.

В сети Билайна оценка качества голосовой связи заметно ниже, чем в сетях конкурентов и соответствует четвертой позиции. В Нижнем Новгороде Билайн уступает конкурентам. В городах областного значения Билайн разделяет третью позицию с МегаФоном, а на автомобильных дорогах Билайн разделяет вторую позицию с T2.

Рисунок 4.
Распределение итоговых оценок качества услуг голосовой связи



Нижний Новгород

По совокупности показателей качества голосовой связи в Нижнем Новгороде Т2 демонстрирует наилучший результат. В сетях МТС и МегаФона отмечены одинаковые интегральные оценки качества голосовой связи. Билайн уступает конкурентам.

Т2 опережает конкурентов по фактическим значениям показателей, характеризующих доступность (доля отказов) и надежность (доля обрывов) телефонной связи. Доля отказов в сети Т2 составляет 0.97%, а доля обрывов — 0.45%. В сетях Билайна, МТС и МегаФона значения доли отказов выше, чем в сети Т2 и составляют 1.30%, 1.49% и 1.05% соответственно.

Наибольшая доля обрывов отмечена в сети Билайна и составляет 2.56%, что примерно в 6 раз больше, чем в сети Т2. В сетях МТС и МегаФона фактические значения долей обрывов заметно меньше, чем в сети Билайна и составляют 1.07% и 1.68% соответственно.

В целом Билайн, МТС, МегаФон и Т2 обеспечивают относительно высокую скорость телефонного соединения в Нижнем Новгороде. В сетях Билайна, МТС, МегаФона и Т2 90% значений времени установления соединения не превышают 3.50 с, 5.20 с и 3.80 с и 6.22 с соответственно (верхняя дециль, 90th percentile).

По характеристикам качества речи в Нижнем Новгороде все операторы демонстрируют близкие результаты и обеспечивают возможность успешно реализовать разговор при минимальных рисках искажений голоса до уровня, при котором невозможно пользоваться связью. В частности, доли оценок «неприемлемо» (ниже 1.6 MOS) не превышают 1% (см. диаграмму на Рисунке 5). Кроме того, в сетях всех операторов суммарные доли оценок «хорошо» и «отлично» составляют не менее 97%.



Рисунок 5.
Распределение градаций качества принимаемой речи в Нижнем Новгороде

Города областного значения

По качеству голосовой связи в городах областного значения Т2 также демонстрирует наилучший результат и опережает конкурентов. МТС отстает от Т2 и опережает Билайн и МегаФон. Наименьшие и одинаковые интегральные оценки отмечены в сетях Билайна и МегаФона.

В сетях Билайна и Т2 отмечены практически одинаковые и наилучшие значения доли отказов – 0.64% и 0.65% соответственно. В сетях МТС и МегаФона фактические значения доли отказов заметно больше и составляют 2.15% и 2.28% соответственно.

Наименьшая доля обрывов отмечена в сети Т2 и составляет 1.04%. Наибольшая доля обрывов отмечена в сети Билайна и составляет 4.25%, что примерно в 4 раза больше, чем в сети Т2. В сети МТС значение доли обрывов примерно в 2 раза больше, чем в сети Т2 и составляет 2.07%. В сети МегаФона доля обрывов больше, чем в сети МТС и составляет 3.50%.

В целом Билайн, МТС, МегаФон и Т2 обеспечивают относительно высокую скорость телефонного соединения в городах областного значения. В сетях Билайна, МТС, МегаФона и Т2 90% значений времени установления соединения не превышают 5.15 с, 5.17 с и 4.00 с и 6.40 с соответственно (верхняя дециль, 90th percentile).

По характеристикам качества речи в районных центрах все операторы также демонстрируют близкие результаты и обеспечивают возможность успешно реализовать разговор при минимальных рисках искажений голоса до уровня, при котором невозможно пользоваться связью. В частности, доли оценок «неприемлемо» (ниже 1.6 MOS) не превышают 1.1% (см. диаграмму на Рисунке 6). Кроме того, в сетях всех операторов суммарные доли оценок «хорошо» и «отлично» составляют не менее 93%.

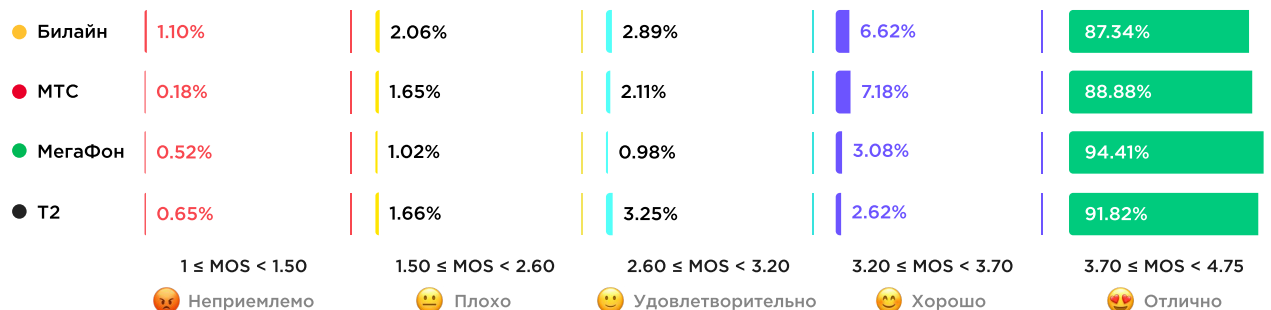


Рисунок 6.
Распределение градаций качества принимаемой речи в городах областного значения

Автомобильные дороги

По совокупности показателей качества голосовой связи на автомобильных дорогах в сети МегаФон отмечен наилучший результат. Т2 и Билайн демонстрируют одинаковые оценки и отстают от МегаФона на два балла. МТС уступает Т2 и Билайну один балл.

В сетях всех операторов на автомобильных дорогах отмечены более высокие риски неуспешного завершения телефонного вызова, чем в городах. В частности, в сетях всех операторов не менее 10% вызовов завершилось отказом или обрывом соединения.

Скорость телефонного соединения на автомобильных дорогах в целом ниже, чем в городах. В сетях Билайна, МТС, МегаФона и Т2 10% значений времени установления соединения превышают 9.32 с, 13.32 с и 13.81 с и 9.73 с соответственно (верхняя дециль, 90th percentile).

По характеристикам качества речи на автодорогах все операторы демонстрируют в целом близкие результаты и обеспечивают возможность успешно реализовать разговор при незначительных рисках искажений голоса до уровня, при котором невозможно пользоваться связью. В частности, доли оценок «неприемлемо» (ниже 1.6 MOS) не превышают 4% (см. диаграмму на Рисунке 7). При этом МегаФон опережает конкурентов в части высокого качества речи и демонстрирует наибольшую суммарную долю оценок «хорошо» и «отлично» – примерно 85%. В сетях Билайна и Т2 отмечены близкие значения доли оценок «хорошо» и «отлично» – около 80% и 78% соответственно. В сети МТС доля оценок «хорошо» и «отлично» заметно меньше и составляет примерно 73%.

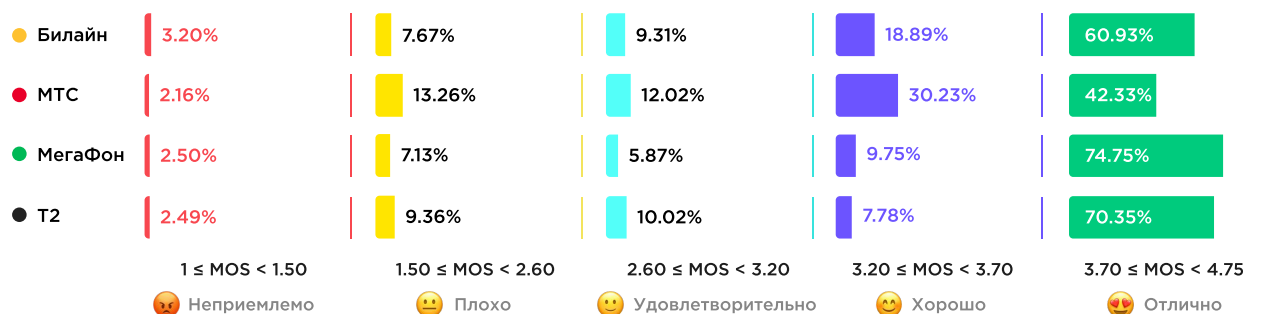
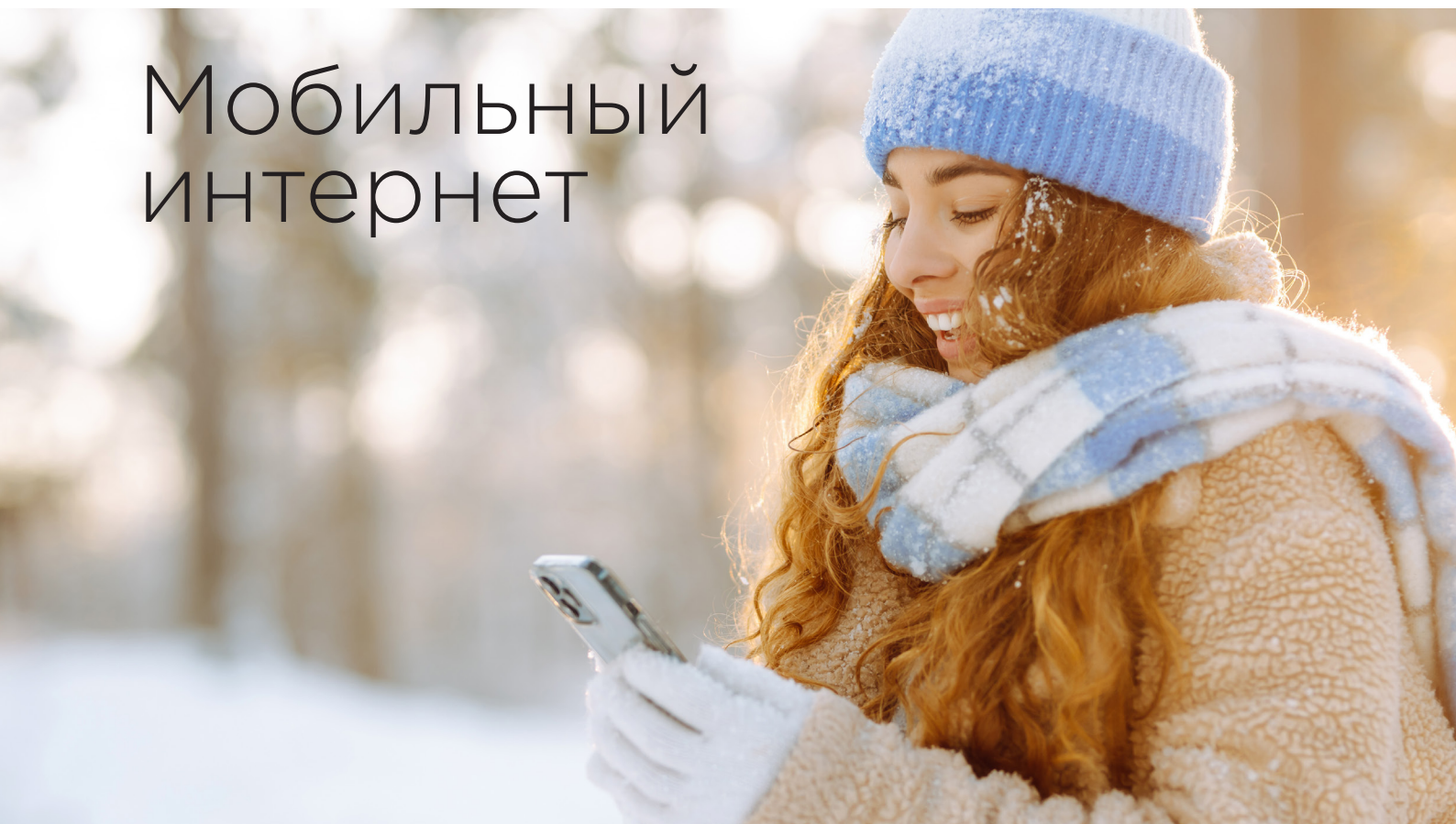


Рисунок 7.
Распределение градаций качества принимаемой речи на автомобильных дорогах

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 8).

В сети МегаФона отмечена наибольшая итоговая интегральная оценка качества сервисов мобильного интернета. МегаФон опережает конкурентов в Нижнем Новгороде, городах областного значения и на автомобильных дорогах.

В сети МТС оценка качества мобильного интернета ниже, чем в сети МегаФона и соответствует второй позиции. При этом в Нижнем Новгороде МТС отстает от МегаФона на два балла, а в городах областного значения – на один балл. На автомобильных дорогах МТС один балл уступает Т2 и занимает третью позицию

Т2 отстает от МТС на три балла и находится на третьей позиции. В нижнем Новгороде и в городах областного значения Т2 незначительно отстает от МТС и занимает третью позицию. На автодорогах Т2 отстает от МегаФона на один балл и находится на второй позиции.

Итоговая оценка Билайна соответствует четвертой позиции. В Нижнем Новгороде Билайн разделяет с Т2 третью позицию. В городах областного значения и на автодорогах Билайн уступает конкурентам.

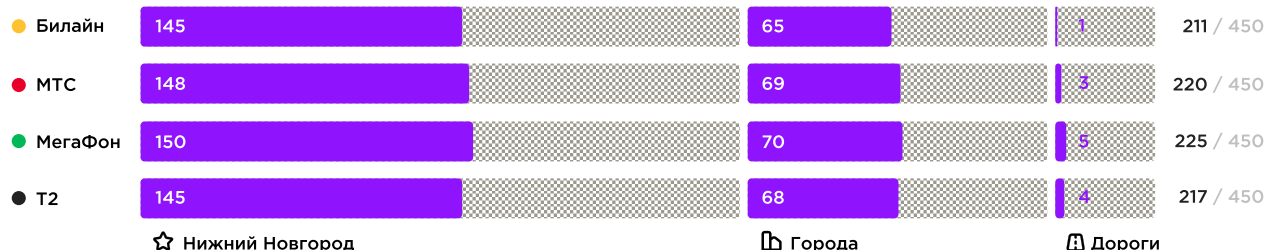


Рисунок 8.
Распределение итоговых оценок качества услуг передачи данных

Нижний Новгород

Распределение итоговых интегральных оценок качества популярных сервисов, а также общая итоговая оценка качества услуг на основе передачи данных в Омске приводятся на диаграмме (см. Рисунок 9).

По совокупности характеристик качества сервисов YouTube, HTTP UL и WEB Browsing в Нижнем Новгороде все операторы демонстрируют близкие результаты: интегральные оценки отличаются не больше, чем на три балла.

В сети МегаФона отмечены наилучшие фактические значения нижней (10th percentile) и верхней децилей (90th percentile) сервиса HTTP DL. Нижняя дециль отражает нижнюю границу десятой части распределения значений скорости. Верхняя дециль характеризует предельные скорости, зарегистрированные в сети. В сети МегаФона 90% значений скоростей (10th percentile) выше 15 Мбит/с, что заметно больше, чем в сетях конкурентов. В части предельных скоростей

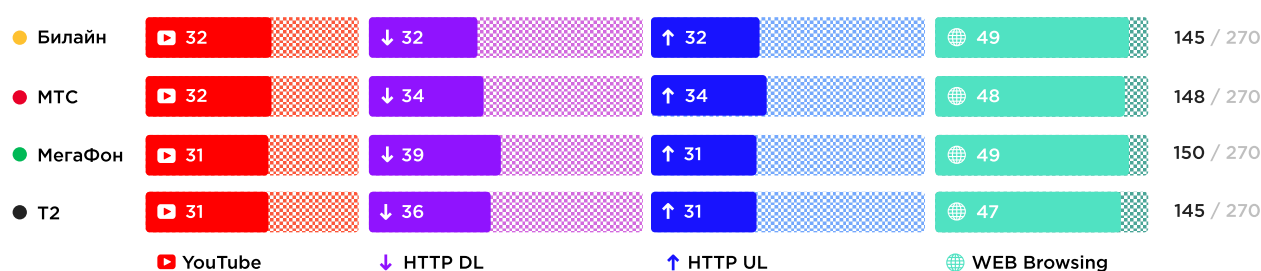


Рисунок 9.

Распределение итоговых оценок качества услуг передачи данных в Нижнем Новгороде

МегаФон демонстрирует наибольшую оценку качества сервиса HTTP DL. Наибольшая оценка качества сервиса HTTP UL отмечена в сети МТС. Билайн и МТС демонстрируют наилучшие и одинаковые оценки качества сервиса YouTube. В сетях Билайна и МегаФона отмечены наилучшие и одинаковые оценки качества сервиса WEB Browsing.

В результате наибольшая итоговая интегральная оценка отмечена в сети МегаФона. МТС уступает МегаФону два балла и находится на второй позиции. Билайн и Т2 разделяют третью позицию.

Заметное снижение оценок качества сервиса YouTube отмечено в сетях всех операторов. В СМИ ранее сообщалось о сложностях, возникающих иногда у части пользователей сервиса YouTube в сетях всех операторов. Снижение качества сервисов воспроизведения видео с ресурса YouTube обусловлено объективными причинами. Важно учитывать, что некоторые приложения, включая воспроизведение видео, относятся к категории OTT сервисов ("over the top"), т.е. сервисов, доставляющих контент потребителю с помощью платформы, которая является внешней по отношению к оператору связи. Каждый субъект процесса доставки и преобразования контента (владелец контента, провайдер OTT-сервиса, оператор сети связи и производитель абонентского устройства) оказывает влияние на итоговое качество сервиса.

(90th percentile) МегаФон также опережает конкурентов: 10% скоростей выше 119 Мбит/с.

Т2 незначительно уступает МегаФону по скоростным характеристикам сервиса HTTP DL. В сети Т2 90% значений скоростей выше 11 Мбит/с, что больше, чем в сетях Билайна и МТС. В части предельных скоростей Т2 также опережает Билайн и МТС: 10% скоростей выше 108 Мбит/с.

Диаграмма на Рисунке 10 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных из интернета (Downlink). Соответствие типов сервисов пороговым значениям скоростей, необходимых для стабильной (без прерываний) загрузки принимаемого контента со стороны интернета приводится в Приложении 1.

В сетях всех операторов на значительной части маршрута отмечены скорости, достаточные для успешного воспроизведения видео высокой четкости в форматах HD 1280x720 или Full HD 1920x1080 и просмотра контента web-страниц: доли скоростей ниже 4 Мбит/с составляют менее 3%. Кроме того, доли значений ниже 1 Мбит/с не превышают 1%, что характеризует высокую стабильность скоростей почти на всем маршруте в сетях всех операторов. 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”.

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.

Диаграмма на Рисунке 11 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных в интернет (Uplink).

Все операторы, обеспечивают скорости выше 1.5 Мбит/с, необходимые для популярных услуг, включая видеозвонки и видеоконференции в формате HD, практически на всем маршруте движения (не менее 96%).

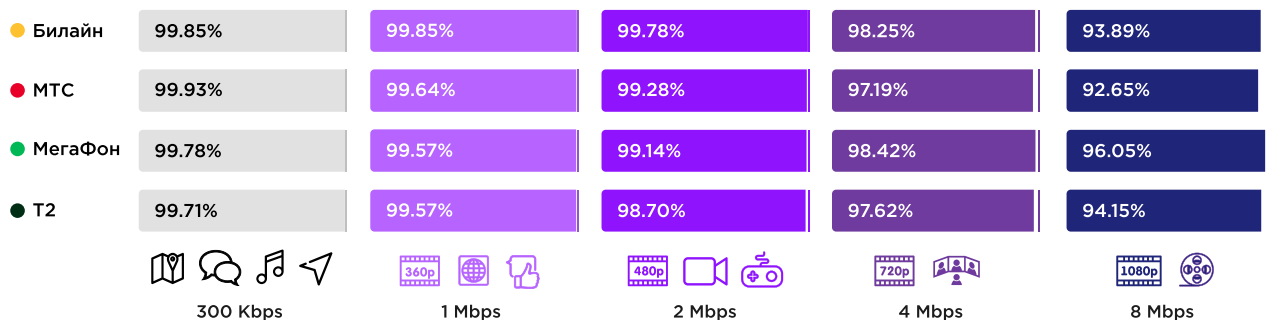


Рисунок 10.
Распределение типов сервисов и скоростей (Downlink) в Нижнем Новгороде

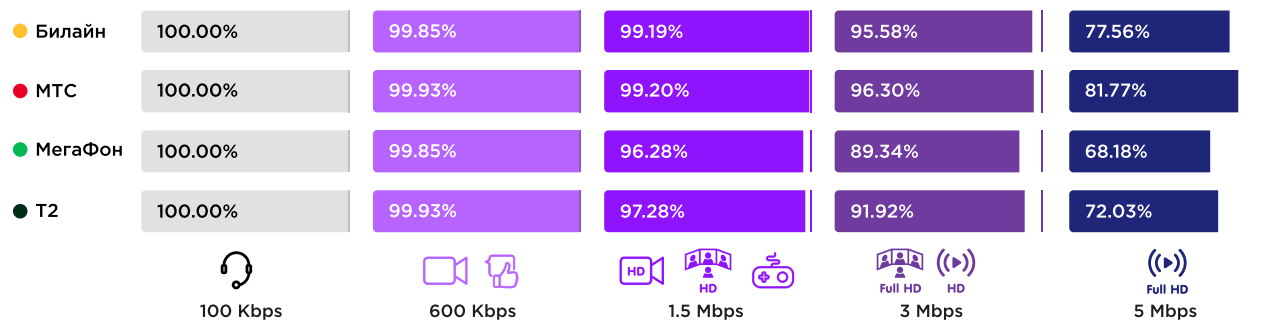


Рисунок 11.
Распределение типов сервисов и скоростей (Uplink) в Нижнем Новгороде

Города областного значения

Распределение итоговых интегральных оценок качества популярных сервисов, а также общая итоговая оценка качества услуг на основе передачи данных в районных центрах приводятся на диаграмме (см. Рисунок 12).

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:

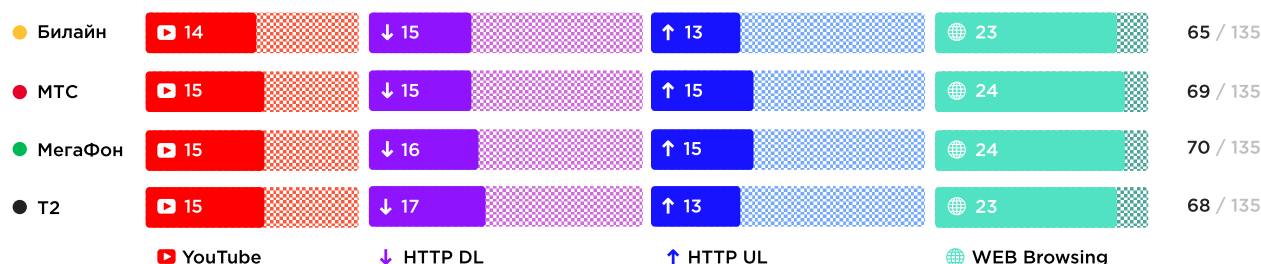


Рисунок 12.

Распределение итоговых оценок качества услуг передачи данных в городах областного значения

По совокупности характеристик качества всех сервисов в городах областного значения все операторы демонстрируют близкие результаты: оценки отличаются не больше, чем на два балла.

В результате наибольшая итоговая интегральная оценка качества популярных сервисов мобильного интернета отмечена в сети МегаФона. МТС уступает МегаФону один балл и находится на второй позиции. Итоговая оценка в сети T2 ниже, чем в сети МТС на один балл и соответствует третьей позиции. Билайн уступает конкурентам и находится на четвертой позиции в городах областного значения.

Диаграмма на Рисунке 13 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных из интернета (Downlink).

доли скоростей ниже 4 Мбит/с составляют менее 6%. Кроме того, доли значений ниже 1 Мбит/с не превышают 2%, что характеризует высокую стабильность скоростей почти на всем маршруте в сетях всех операторов.

Диаграмма на Рисунке 14 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных в интернет (Uplink).

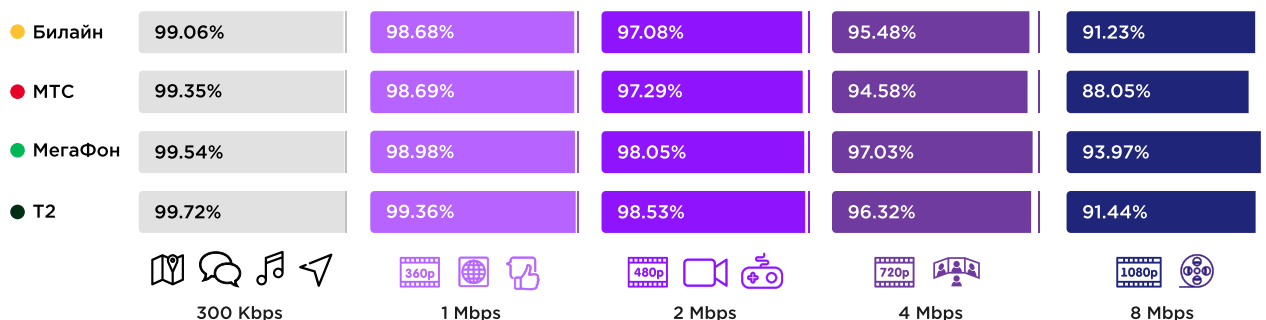


Рисунок 13.

Распределение типов сервисов и скоростей (Downlink) в городах областного значения

Все операторы, обеспечивают скорости выше 1.5 Мбит/с, необходимые для популярных услуг, включая видеозвонки и видеоконференции в формате HD, практически на всем маршруте движения (не менее 93%).
 Диаграмма на Рисунке 14 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных в интернет (Uplink).

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

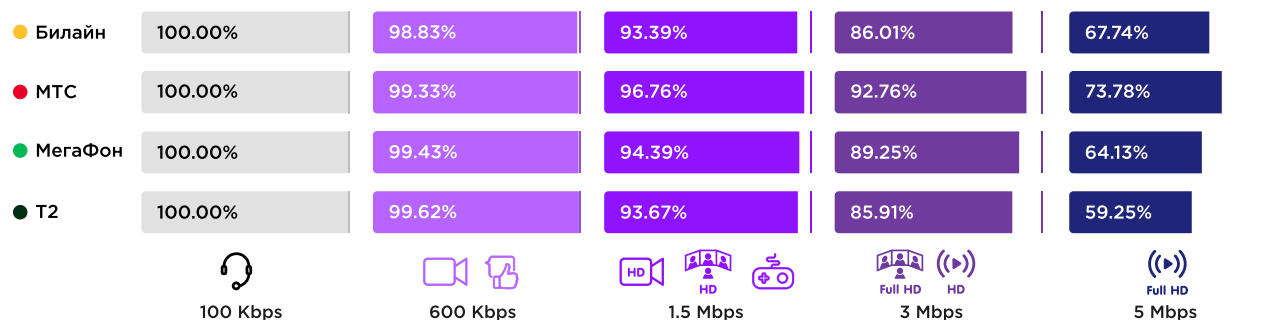


Рисунок 14.
 Распределение типов сервисов и скоростей (Uplink) в городах областного значения

Автомобильные дороги

Распределение итоговых интегральных оценок качества популярных сервисов, а также общая итоговая оценка качества услуг на основе передачи данных на автомобильных дорогах приводятся на диаграмме (см. Рисунок 15). По совокупности характеристик качества мобильного интернета на автомобильных дорогах все операторы демонстрируют близкие или одинаковые результаты, при этом интегральные оценки сервисов отличаются не больше, чем на один балл.

В результате наибольшая итоговая интегральная оценка качества популярных сервисов мобильного интернета отмечена в сети МегаФона. Т2 уступает МегаФону один балл и находится на второй позиции. Итоговая оценка в сети МТС ниже, чем в сети Т2 на один балл и соответствует третьей позиции. Билайн уступает конкурентам и находится на четвертой позиции на автомобильных дорогах.

Диаграмма на Рисунке 16 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: доли скоростей ниже 4 Мбит/с не превышают 26%. При этом в сетях МТС, МегаФона и Т2 отмечены существенные доли значений ниже 1 Мбит/с (около 10%), что характеризует низкую стабильность скоростей на автомобильных дорогах. В сети Билайна доля значений ниже 1 Мбит/с больше, чем в сетях конкурентов и составляет около 18%.

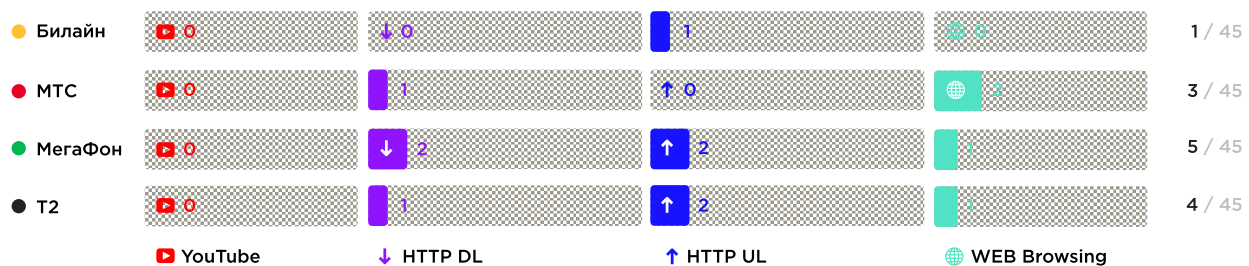


Рисунок 15.
Распределение итоговых оценок различных сервисов передачи данных для автомобильных дорог

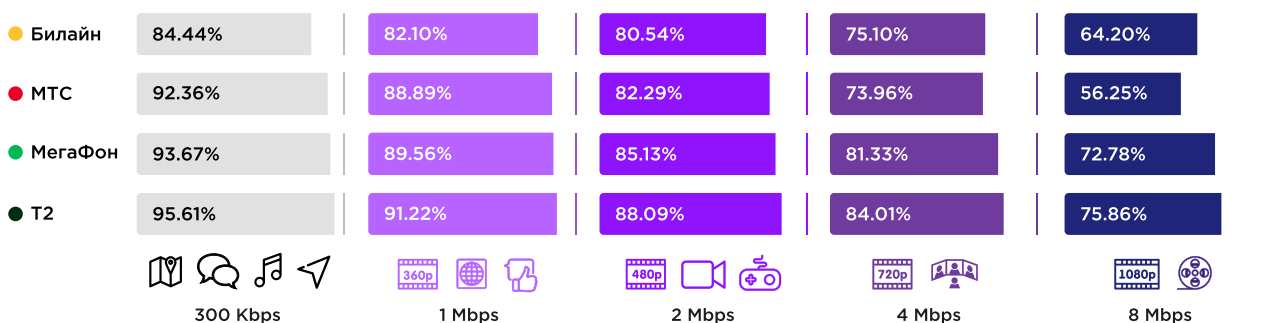


Рисунок 16.
Распределение типов сервисов и скоростей (Downlink) на автомобильных дорогах

Диаграмма на Рисунке 17 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе загрузки данных в интернет (Uplink).

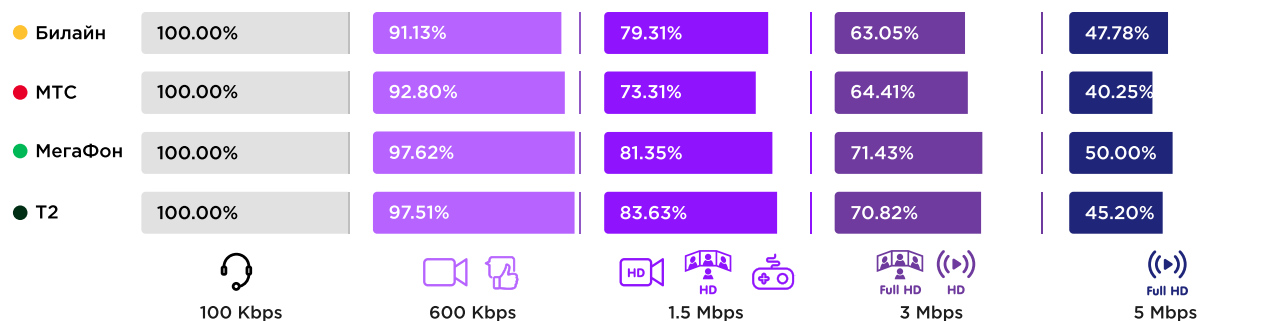


Рисунок 17.
 Распределение типов сервисов и скоростей (Uplink) на автомобильных дорогах

Выводы



T2 занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества услуг мобильной связи на территории Нижегородской области. По совокупности оценок качества услуг телефонной связи, сервисов мобильного интернета и радиопокрытия для трех категорий территорий (областной центр, города областного значения и автодороги) T2 опережает конкурентов.

T2 демонстрирует наибольшую итоговую оценку и заметно опережает конкурентов по качеству услуг телефонной связи. При этом в Нижнем Новгороде и городах областного значения в сети T2 отмечены наибольшие оценки качества голосовой связи. На автодорогах T2 уступает МегаФону два балла и находится на второй позиции.

Итоговая оценка качества мобильного интернета в сети T2 ниже, чем в сетях МТС и МегаФона и соответствует третьей позиции. При этом в Нижнем Новгороде и городах областного значения в сети T2 оценка соответствует третьей позиции, а на автодорогах – второй. На автодорогах T2 уступает МегаФону по качеству мобильного интернета всего один балл.



МегаФон следует за T2 и находится на второй позиции в рейтинге итоговых оценок. Мегафон демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию по совокупности оценок качества услуг мобильной связи на автодорогах. В сети МегаФона итоговая оценка в Нижнем Новгороде соответствует второй позиции, а в городах областного значения – третьей.

МегаФон незначительно уступает МТС по качеству голосовой связи и занимает третью позицию. При этом на автодорогах МегаФон опережает конкурентов по качеству услуг голосовой связи. Итоговая оценка в Нижнем Новгороде соответствует второй позиции, а в городах областного значения – третьей.

В сети МегаФона отмечена наибольшая интегральная оценка качества сервисов мобильного интернета и соответствует первой позиции. По совокупности оценок качества сервисов мобильного интернета МегаФон опережает конкурентов в Нижнем Новгороде, городах областного значения и на автомобильных дорогах.



МТС находится на третьей позиции в рейтинге. В сети МТС итоговая оценка в городах областного значения соответствует второй позиции, а в Нижнем Новгороде и на автодорогах – третьей.

По качеству услуг голосовой связи МТС следует за Т2 и занимает вторую позицию. В сети МТС оценки качества услуг голосовой связи в Нижнем Новгороде и городах областного значения соответствуют второй позиции. В Нижнем Новгороде МТС разделяет вторую позицию с МегаФоном. На автодорогах МТС уступает Т2 один балл и находится на третьей позиции.

Оценка качества сервисов мобильного интернета в сети МТС ниже, чем в сети МегаФона и соответствует второй позиции. В Нижнем Новгороде МТС отстает от МегаФона на два балла, а в городах областного значения – на один балл и находится на второй позиции в каждой категории. На автомобильных дорогах МТС один балл уступает Т2 и занимает третью позицию.



Билайн занимает четвертую позицию по итоговой оценке. В сети Билайна итоговые оценки на всех объектах исследования Нижегородской области соответствуют четвертой позиции.

По качеству услуг голосовой связи в Нижнем Новгороде Билайн уступает конкурентам. В городах областного значения Билайн разделяет третью позицию с МегаФоном, а на автомобильных дорогах Билайн разделяет вторую позицию с Т2.

Оценка качества сервисов мобильного интернета в сети Билайна соответствует четвертой позиции. В Нижнем Новгороде Билайн разделяет третью позицию с Т2. В городах областного значения и на автодорогах Билайн уступает конкурентам.

Кратко о технологии выполнения тестов

Сравнительная оценка выполнена на основе анализа результатов драйв-теста, протяженность маршрута которого составляет около 3074 км. Маршрут драйв-теста охватывает основные автомобильные дороги на территории Нижегородской области, а также города Нижний Новгород, Арзамас, Бор, Выкса, Дзержинск, Кулебаки, Навашино, Первомайск, Перевоз, Семёнов, Чкаловск, Шахунья. Протяженность маршрута на территориях Нижнего Новгорода, всех исследуемых городов и автодорог составляет примерно 1255 км, 943 км и 876 км соответственно.

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 Invex II (Рисунок 18) производства компании Keysight Technologies. 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 2CC/3CC/4CC/5CC, VoLTE, MIMO 2x2, MIMO 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 около 2200 повторяющихся голосовых соединений типа «мобильный — мобильный» длительностью 120 секунд, а также около 2800 сессий загрузки данных и воспроизведения видеоклипа с ресурса

YouTube 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 телефонной 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).

Для справки приводятся 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.



Рисунок 18.
Измерительный комплекс Nemo Invex II, установленный в автомобиле.

Показатели качества. Нижний Новгород

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.

Таблица 1.
Показатели качества услуг традиционной телефонной связи (CS/VoLTE) для города Нижний Новгород

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	1.30	1.49	1.05	0.97
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	2.56	1.07	1.68	0.45
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	0.82	0.33	0.44	0.37
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.39	4.42	4.40	4.37
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	3.96	3.99	4.00	3.88
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.03	3.61	3.55	3.98
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	3.50	5.20	3.80	6.22

Таблица 2.
Показатели качества услуг передачи данных DL для города Нижний Новгород

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
YouTube Video					
Video Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий воспроизведения видео, %	99.71	99.78	99.49	99.63
UHD/Full HD Resolution Ratio, %	Доля времени воспроизведения видео высокой четкости в форматах 4K и Full HD, %	25.02	29.74	22.84	13.41
Freeze Free Video Session Ratio, %	Доля сессий воспроизведения видео без "замираний", %	39.47	40.07	40.46	18.43
Average Video Access Time, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, среднее значение, сек.	8.28	7.95	8.20	9.00
Average Video Access Time, P90, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, верхняя дециль, сек.	13.23	12.37	12.78	15.64
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	98.28	99.78	99.43	99.57
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	39.46	46.61	59.26	55.11
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.15	0.36	0.43	0.43
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	10.97	9.58	15.52	11.86
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	75.44	94.52	119.90	108.96
WEB Browsing					
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	100.00	99.59	100.00	99.54
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.15	1.91	2.05	2.07
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	2.89	2.76	2.96	3.09

Таблица 3.
Показатели качества услуг передачи данных UL для города Нижний Новгород

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	99.05	99.64	98.77	99.05
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	16.22	16.55	17.86	14.31
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.07	0.07	0.15	0.07
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	4.03	5.16	2.84	3.76
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	29.62	28.37	39.60	27.08

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.33	0.40	0.00	0.00
RSRP Best > -104 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -104 dBm, %	99.30	99.23	99.91	99.80

Города областного значения

Таблица 5.
Показатели качества услуг традиционной телефонной связи (CS/VoLTE) для городов областного значения

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	0.64	2.15	2.28	0.65
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	4.25	2.07	3.50	1.04
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	1.10	0.18	0.52	0.65
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	4.21	4.33	4.36	4.34
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	3.49	3.65	3.90	3.87
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	3.30	3.54	3.65	3.99
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	5.15	5.17	4.00	6.40

Таблица 6.
Показатели качества услуг передачи данных DL для городов областного значения

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
YouTube Video					
Video Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий воспроизведения видео, %	98.93	99.15	99.43	99.50
UHD/Full HD Resolution Ratio, %	Доля времени воспроизведения видео высокой четкости в форматах 4K и Full HD, %	18.25	15.31	14.52	6.13
Freeze Free Video Session Ratio, %	Доля сессий воспроизведения видео без “замираний”, %	35.69	33.68	33.68	14.47
Average Video Access Time, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, среднее значение, сек.	8.91	8.41	8.51	10.33
Average Video Access Time, P90, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, верхняя дециль, сек.	14.56	13.06	12.72	19.00
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.53	99.35	99.63	100.00
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	38.38	40.71	39.41	45.10
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	1.32	1.31	1.02	0.64
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	8.74	7.12	11.05	8.89
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	70.97	88.02	75.07	95.49
WEB Browsing					
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	98.73	99.30	99.31	99.03
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	2.42	1.90	1.86	2.32
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	2.64	2.50	2.18	2.98

Таблица 7.
Показатели качества услуг передачи данных UL для городов областного значения

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	98.85	98.96	99.15	98.86
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	14.11	13.76	14.27	12.06
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	1.17	0.67	0.57	0.38
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	2.19	3.96	2.72	2.14
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	27.03	23.38	29.48	25.80

Таблица 8.
Показатели, характеризующие радиопокрытие в сети LTE для городов областного значения

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	0.86	0.63	0.00	0.00
RSRP Best > -104 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -104 dBm, %	95.23	97.96	99.59	99.67

Автомобильные дороги

Таблица 9.
Показатели качества услуг традиционной телефонной связи (CS/VoLTE) для автомобильных дорог

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
Telephony Service Non-Accessibility, %	Доля отказов при установлении голосовых соединений, %	13.09	20.79	18.12	13.68
Cut-off Call Ratio, %	Доля обрывов установленных голосовых соединений, %	17.99	11.76	20.90	10.57
Telephony Speech Quality on Sample Basis < 1,5 [MOS], %	Доля оценок качества образца речи < 1,5 [MOS], %	3.20	2.16	2.50	2.49
Telephony Speech Quality on Sample Basis, Avg [MOS]	Оценка качества образца речи, среднее значение, [MOS]	3.70	3.56	3.95	3.87
Telephony Speech Quality on Sample Basis, P10, [MOS]	Оценка качества образца речи, нижняя дециль, [MOS]	2.55	2.23	2.94	2.47
Telephony Setup Time, s	Время установления соединения, среднее значение, сек.	5.65	6.18	6.15	5.21
Telephony Setup Time P90, s	Время установления соединения, верхняя дециль, сек.	9.32	13.32	13.81	9.73

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
YouTube Video					
Video Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий воспроизведения видео, %	77.69	83.88	86.35	85.76
UHD/Full HD Resolution Ratio, %	Доля времени воспроизведения видео высокой четкости в форматах 4K и Full HD, %	9.74	8.26	11.42	4.74
Freeze Free Video Session Ratio, %	Доля сессий воспроизведения видео без "замираний", %	30.26	30.13	31.62	10.67
Average Video Access Time, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, среднее значение, сек.	9.44	9.88	9.17	10.45
Average Video Access Time, P90, s	Среднее время до начала воспроизведения видео, верхняя дециль, сек.	16.21	15.61	15.30	20.16
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	86.24	93.20	95.18	91.93
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	28.43	19.42	30.94	38.05
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	17.90	11.07	10.44	8.78
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	0.10	0.69	0.84	1.29
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	77.45	50.45	71.44	83.47
WEB Browsing					
WEB Browsing Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки WEB-страницы, %	82.20	89.23	88.93	88.40
WEB Browsing Session Time, s	Время загрузки WEB-страницы, среднее значение, сек.	5.59	3.28	3.65	3.65
WEB Browsing Session Time, P90, s	Время загрузки WEB-страницы, верхняя дециль, сек.	16.04	5.03	6.11	6.04

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	81.85	86.45	86.30	87.27
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	10.79	9.21	12.11	9.71
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	8.87	7.20	2.38	2.49
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	0.64	0.74	0.99	1.14
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	27.07	23.53	31.14	21.67

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

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	Билайн	МТС	МегаФон	T2
RSRP Best < -114 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE < -114 dBm, %	35.19	25.16	1.72	7.94
RSRP Best > -104 dBm, %	Доля значений принимаемого сигнала в сети LTE > -104 dBm, %	47.12	57.63	87.57	81.05

Технические характеристики

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

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
GSM 900, %	6.97	5.55	3.27	2.99
GSM 1800, %	0.54	1.09	0.43	0.02
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	12.20	7.31	4.90	6.63
LTE 800 band 20, %	0.00	0.01	0.17	1.59
LTE 900 band 8, %	0.17	0.25	5.68	0.01
LTE 1800 band 3, %	66.07	45.09	49.37	58.39
LTE 2100 band 1, %	0.01	14.86	3.13	23.46
LTE 2600 band 7, %	14.03	23.00	33.04	6.48
LTE 2600 band 38, %	0.00	2.85	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	0.44

Таблица 1.
Распределение сервирующих технологий во время разговора (режим CS/VoLTE)

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
4G (VoLTE)				
EVS, %	77.98	86.45	91.40	92.54
AMR WB, %	21.83	8.00	7.32	7.42
AMR NB, %	0.18	5.56	1.28	0.04
3G				
AMR WB, %	90.32	56.50	98.55	99.95
AMR NB, %	9.68	43.49	1.46	0.05
2G				
FR, %	-	-	-	-
EFR, %	-	-	-	-
AMR NB, %	86.54	29.06	67.29	29.48
AMR WB, %	13.47	70.94	32.70	70.52

Таблица 2.
Распределение речевых кодеков

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

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
GSM 900, %	4.40	2.49	1.97	1.71
GSM 1800, %	0.11	0.22	0.21	0.13
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	6.04	6.87	4.36	4.02
LTE 800 band 20, %	0.12	0.24	0.21	5.08
LTE 900 band 8, %	0.11	0.39	2.15	0.08
LTE 1800 band 3, %	75.11	47.92	49.91	68.32
LTE 2100 band 1, %	0.08	22.25	3.36	14.77
LTE 2600 band 7, %	14.02	17.74	37.83	5.12
LTE 2600 band 38, %	0.00	1.87	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	0.77

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
Non-CA LTE 800, %	0.14	0.26	0.14	0.95
Non-CA LTE 900, %	0.13	0.43	1.89	0.08
Non-CA LTE 1800, %	71.62	35.25	44.55	8.85
Non-CA LTE 2100, %	0.09	10.87	2.93	1.70
Non-CA LTE 2600, %	8.43	7.66	12.71	0.63
Non-CA LTE 2600 (TDD), %	0.00	1.20	0.00	0.00
Non-CA LTE 2300 (TDD), %	0.00	0.00	0.00	0.02
LTE 2CC, %	19.59	26.47	33.66	11.47
LTE 3CC, %	0.00	14.98	4.06	57.03
LTE 4CC, %	0.00	2.88	0.08	19.27
LTE 5CC, %	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 4.
Распределение режимов агрегации частот

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	8.02	6.82	7.98	11.15
16QAM, %	22.59	19.78	21.61	24.17
64QAM, %	45.59	44.72	58.72	55.43
256QAM, %	23.80	28.68	11.68	9.25

Таблица 5.
Распределение типов модуляции DL

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	15.39	12.32	28.47	26.66
16QAM, %	33.98	26.57	40.37	34.82
64QAM, %	50.63	61.12	31.16	38.52

Таблица 6.
Распределение типов модуляции UL

	Билайн	МТС	МегаФон	T2
MIMO not used, %	19.55	35.25	12.52	16.40
MIMO 2x2, %	79.64	62.75	87.48	82.22
MIMO 4x4, %	0.82	1.99	0.00	1.38

Таблица 7.
Распределение режимов работы MIMO

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

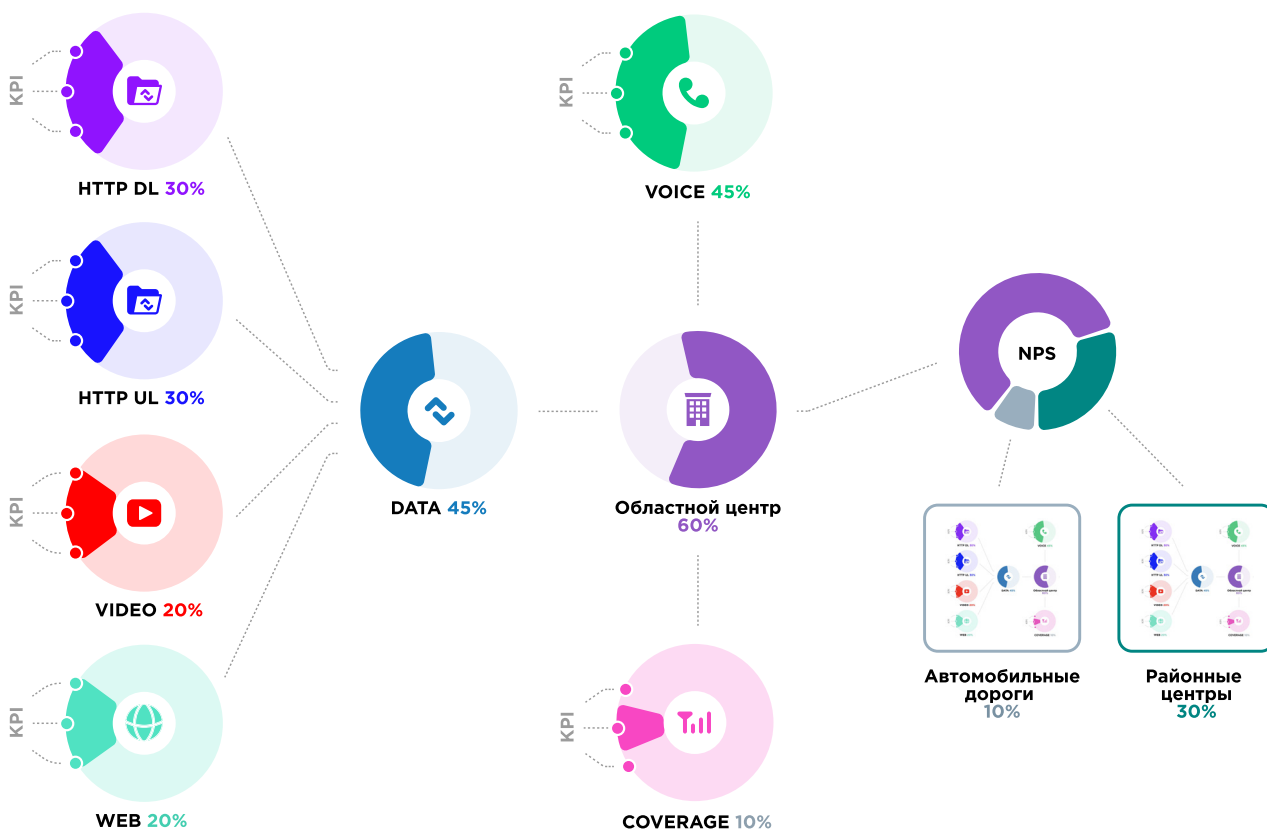


Рисунок 19.
Схема агрегации показателей и оценок