

Качество мобильного интернета в метро Санкт-Петербурга

9—13 февраля 2026



Рисунок 1. Карта маршрута

Компания DMTEL публикует результаты очередного исследования, которое впервые проведено на линиях метрополитена в Санкт-Петербурге. Специалисты DMTEL провели масштабное исследование в поездах метро в движении. Комплексная оценка и сравнение характеристик качества мобильного интернета выполнены в период с 9 по 13 февраля 2026 г. в часы наибольшей нагрузки (с 7:30 до 10:30 утром и с 17:00 до 20:00 вечером) на всех линиях метро (см. Рисунок 1).

Для количественной оценки используются показатели, объективно отражающие возможность успешно пользоваться сервисами мобильного интернета: доступность, надежность, а также скорость обмена данными и качество коммуникации между абонентским устройством и ресурсами интернета. На основе таких показателей рассчитываются единые интегральные оценки, которые отражают относительные позиции операторов (рейтинги).

В процессе исследования выполнялись сессии загрузки данных из интернета (HTTP DL) и передачи данных в интернет (HTTP UL). Для наглядности приводятся по отдельности рейтинги на основе интегральных оценок качества сервисов HTTP DL и HTTP UL, а также общие итоговые оценки качества мобильного интернета.

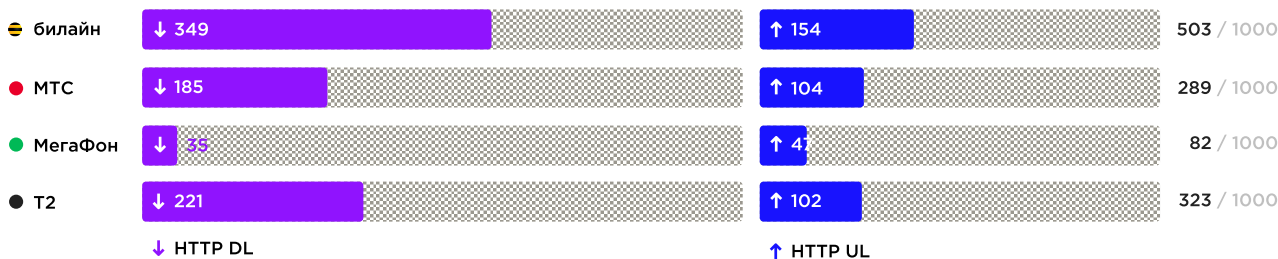
Итоговые оценки качества сервисов мобильного интернета представлены на диаграмме на Рисунке 2. Диаграмма отражает вклад отдельных оценок в единую итоговую интегральную оценку. Единая итоговая оценка характеризует интегральное качество сервисов HTTP DL и HTTP UL мобильного интернета.

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 2 в Таблице 1 для справки приводятся значения основных показателей, которые используются при расчете интегральных оценок. Краткое описание технологии выполнения тестов и порядка расчета единой интегральной оценки приводится в Приложениях 1 и 5.

Рисунок 2.
Распределение итоговых интегральных оценок качества мобильного интернета



Билайн

Билайн занимает первую позицию в рейтинге итоговых оценок качества мобильного интернета в метро. В сети билайна интегральные оценки качества сервисов HTTP DL и HTTP UL соответствуют первой позиции.



Т2 находится на второй позиции в рейтинге. В сети Т2 оценка качества сервиса HTTP DL соответствует второй позиции, а сервиса HTTP UL – третьей.



МТС следует за Т2 и находится на третьей позиции в рейтинге итоговых оценок. В сети МТС оценка качества сервиса HTTP DL соответствует третьей позиции, а сервиса HTTP UL – второй.



МЕГАФОН

МегаФон занимает четвертую позицию по итоговой оценке. Оценки качества сервисов HTTP DL и HTTP UL в сети МегаФона ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствуют четвертой позиции.

Загрузка данных из интернета (Downlink)

Для расчета интегральной оценки качества сервиса загрузки данных из интернета HTTP DL (Downlink) используются показатели, характеризующие возможность быстро и успешно получить доступ к ресурсу интернета и загрузить данные без искажений, в реальном времени, в полном объеме и без неожиданной остановки. Распределение интегральных оценок качества сервиса HTTP DL приводится на диаграмме (см. Рисунок 2).

По совокупности показателей качества сервиса HTTP DL билайн демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию. T2 уступает билайну и находится на второй позиции. МТС следует за T2 и занимает третью позицию. Оценка качества сервиса HTTP DL в сети МегаФона существенно ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствует четвертой позиции

По успешности сессий сервиса HTTP DL T2 опережает конкурентов: доля неуспешных сессий составляет 0.58%. В сети билайна доля неуспешных сессий сервиса HTTP DL больше и составляет 0.87%. В сети МТС доля неуспешных сессий немного больше, чем в сети билайна, и равна 1.00%. В сети МегаФона доля неуспешных сессий составляет 2.41%, что многократно больше, чем в сетях конкурентов.

По скоростным характеристикам загрузки данных из интернета (HTTP DL) билайн демонстрирует наилучший результат, значительно опережая конкурентов: 90% значений скоростей (нижняя дециль, 10th percentile) превышают примерно 23 Мбит/с. Нижняя дециль характеризует границу, ниже которой находится десятая часть самых малых значений скоростей. T2 существенно уступает билайну по скоростям сервиса HTTP DL: 90% значений скоростей выше примерно 6 Мбит/с. В сети МТС значение данного показателя ниже, чем в сети T2, и равно примерно

4 Мбит/с. Наименьшее значение нижней децили распределения скоростей отмечено в сети МегаФона и составляет около 2 Мбит/с.

Билайн также значительно опережает конкурентов в части фактических значений предельных скоростей сервиса HTTP DL (верхняя дециль, 90th percentile): 10% скоростей выше примерно 176 Мбит/с. Верхняя дециль характеризует предельные скорости, зарегистрированные в сети. В сети МегаФона 10% скоростей выше значения около 95 Мбит/с. МТС и T2 незначительно уступают МегаФону в части предельных скоростей: 10% скоростей выше значений около 93 Мбит/с и 92 Мбит/с соответственно.

Диаграмма на Рисунке 3 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 из интернета приводится в Приложении 1.

В части возможного использования сервисов на основе скоростного доступа к ресурсам интернета билайн демонстрирует наилучшие результаты. В сети билайна почти на всем маршруте отмечены скорости, достаточные для успешного воспроизведения видео высокой четкости в формате Full HD 1920x1080: доля скоростей ниже 8 Мбит/с составляет менее 3%. В сетях МТС и T2 доли скоростей ниже 8 Мбит/с составляют около 19% и 15% соответственно, что значительно больше, чем в сети билайна. В сети МегаФона доля скоростей ниже 8 Мбит/с составляет около 28%, что существенно больше, чем в сетях конкурентов.

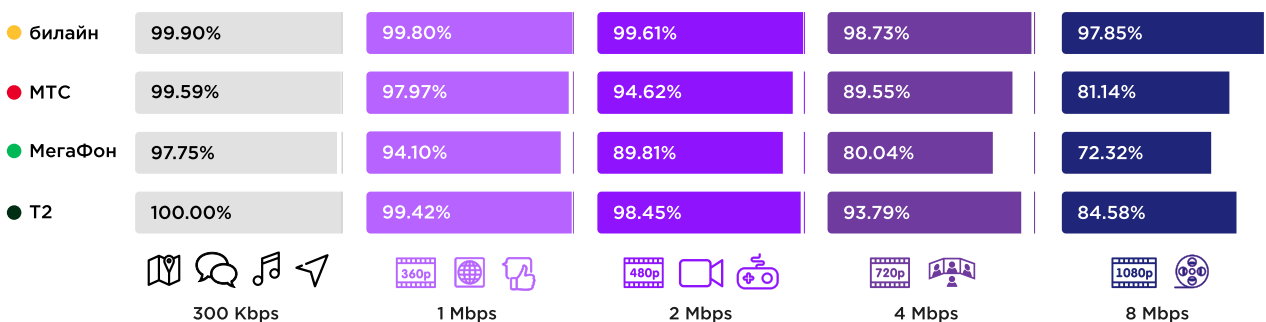


Рисунок 3. Распределение типов сервисов и скоростей (Downlink)

Билайн демонстрирует наилучший результат в части стабильности скоростей сервиса HTTP DL: доля значений ниже 1 Мбит/с составляет 0.20%. T2 незначительно уступает билайну по стабильности скоростей: доля значений ниже 1 Мбит/с составляет 0.58%. В сети МТС доля значений скоростей ниже 1 Мбит/с составляет 2.03%, что заметно больше, чем в сетях билайна и T2. МегаФон существенно уступает конкурентам по стабильности скоростей: доля значений ниже 1 Мбит/с составляет 5.90%. 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 8 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.

В Приложении 2 в Таблице 2 для справки приводится распределение значений показателей средней скорости и нижней децили для сервиса HTTP DL по линиям метро.

На всех линиях билайн демонстрирует наилучшие значения нижней децили распределения скоростей и заметно опережает конкурентов. T2 уступает билайну на всех линиях, но опережает МТС и МегаФон на 4 линиях из 6 по данному показателю. МТС уступает билайну и T2 на всех линиях, кроме Московско-Петроградской. В сети МТС на 2 линиях отмечены наименьшие значения нижней децили. МегаФон уступает конкурентам по данному показателю на 4 линиях.

По скоростным характеристикам мобильного интернета из 6 линий метро можно выделить следующие: Московско-Петроградская, Невско-Василеостровская, Лахтинско-Правобережная, Фрунзенско-Приморская и Красносельско-Калининская. На перечисленных линиях в сети билайна не менее 90% значений скоростей загрузки данных (Downlink) выше 16 Мбит/с, при этом отсутствуют скорости ниже 1 Мбит/с. В таких условиях абонентам билайна обеспечивается возможность успешно пользоваться мобильным интернетом при минимальных рисках нарушений в работе большинства популярных приложений на соответствующих линиях метро.

В сетях МТС и T2 аналогичные условия отмечены на Невско-Василеостровской линии: не менее 90% значений скоростей загрузки данных выше 11 Мбит/с при отсутствии скоростей ниже 1 Мбит/с. На Кировско-Выборгской линии в сети

T2 90% значений скоростей загрузки данных выше 7 Мбит/с, а скорости ниже 1 Мбит/с не зарегистрированы. На Красносельско-Калининской линии в сети МТС не менее 90% значений скоростей загрузки данных (Downlink) выше 14 Мбит/с, а в сети МегаФона – выше 35 Мбит/с, при этом отсутствуют скорости ниже 1 Мбит/с.

В части предельных скоростей билайн существенно опережает конкурентов на каждой из 6 линий: не менее 10% значений скоростей выше примерно 124 Мбит/с. Кроме того, самые высокие и стабильные скорости зарегистрированы на Красносельско-Калининской линии в сети билайна. На Красносельско-Калининской линии в сети билайна отмечены максимальные предельные скорости: 10% значений скоростей выше 319 Мбит/с, при этом 90% скоростей выше 143 Мбит/с, а значения менее 1 Мбит/с отсутствуют.

Билайн демонстрирует в целом наилучшие результаты по всем показателям, характеризующим скорость загрузки данных. В частности, в сети билайна отмечено наибольшее значение нижней децили распределения скоростей. Кроме того, билайн существенно опережает конкурентов в части предельных скоростей. В сети билайна значения нижней и верхней децилей распределения скоростей заметно выше, чем в сетях конкурентов на каждой из 6 линий метро. По успешности сервиса HTTP DL билайн незначительно уступает T2. В результате билайн занимает первую позицию рейтинга оценок качества сервиса HTTP DL.

T2 опережает конкурентов по успешности сервиса HTTP DL. По всем скоростным характеристикам T2 значительно уступает билайну на всех линиях метро. Отставание от билайна по скоростным характеристикам приводит к существенному снижению интегральной оценки качества сервиса HTTP DL и смещению T2 на вторую позицию рейтинга.

МТС уступает билайну и T2 по успешности сервиса HTTP DL, а также по совокупности скоростных характеристик. В частности, в сети МТС значение нижней децили распределения скоростей ниже, чем в сетях билайна и T2. МТС уступает билайну и T2 на 5 линиях из 6 по данному показателю. В итоге МТС следует за T2 и занимает третью позицию.

МегаФон значительно уступает конкурентам по успешности сервиса HTTP DL. По совокупности скоростных характеристик МегаФон также отстает от конкурентов. В частности, в сети МегаФона отмечены наименьшие значения нижней децили на 4 линиях. В результате МегаФон смещается на четвертую позицию рейтинга.

По сравнению с результатами аналогичного исследования, проведенного осенью 2025 года в московском метро, в метро Санкт-Петербурга в сети билайна значения всех показателей скоро-

сти сервиса HTTP DL заметно лучше. В сети T2 в метро Санкт-Петербурга отмечены более высокие значения большинства показателей скорости сервиса HTTP DL. В сетях МТС и МегаФона в метро Санкт-Петербурга показатели скорости загрузки данных из интернета существенно ниже, чем в метро Москвы.

В метро Санкт-Петербурга максимальные предельные скорости заметно выше, чем в метро Москвы (в Санкт-Петербурге в сети билайна 10% скоростей выше 319 Мбит/с, а в Москве в сети МегаФона — выше 236 Мбит/с).

В части успешности сессий сервиса HTTP DL в метро Санкт-Петербурга в сетях МТС и T2 отмечены более высокие результаты, чем в метро Москвы: доли неуспешных сессий существенно меньше. В сети билайна доля неуспешных сессий в метро Санкт-Петербурга немного больше, чем в метро Москвы. В сети МегаФона доля неуспешных сессий в метро Санкт-Петербурга, значительно больше, чем в метро Москвы.

Загрузка данных в интернет (Uplink)

Для расчета интегральной оценки качества сервиса передачи данных в интернет HTTP UL (Uplink) используются показатели, характеризующие возможность быстро и успешно получить доступ к ресурсу интернета и отправить данные без искажений, в реальном времени, в полном объеме и без неожиданной остановки. Распределение интегральных оценок качества сервиса HTTP UL приводится на диаграмме (см. Рисунок 2).

По совокупности показателей качества сервиса HTTP UL билайн демонстрирует наилучший результат и занимает первую позицию. МТС уступает билайну и находится на второй позиции. Т2 следует за МТС и занимает третью позицию. Оценка качества сервиса HTTP UL в сети МегаФона заметно ниже, чем в сетях конкурентов, и соответствует четвертой позиции.

По успешности сессий сервиса HTTP UL Т2 опережает конкурентов: доля неуспешных сессий составляет 1.46%. В сети билайна доля неуспешных сессий сервиса HTTP UL заметно больше и составляет 4.86%. В сети МТС доля неуспешных сессий равна 10.67%. Наибольшая доля неуспешных сессий отмечена в сети МегаФона и составляет 24.82%.

По скоростным характеристикам передачи данных в интернет (HTTP UL) билайн и МТС демонстрируют близкие и наилучшие результаты: 90% значений скоростей (нижняя дециль, 10th percentile) превышают примерно 8 Мбит/с. В сетях МегаФона и Т2 значения данного показателя ниже, чем в сетях билайна и МТС, и составляют около 2 Мбит/с и 1 Мбит/с соответственно.

Билайн опережает конкурентов в части фактических значений предельных скоростей сервиса HTTP UL (верхняя дециль, 90th percentile): 10%

скоростей выше примерно 33 Мбит/с. В сети МТС 10% скоростей выше значения около 24 Мбит/с. МегаФон уступает билайну и МТС в части предельных скоростей: 10% скоростей выше значений около 20 Мбит/с. В сети Т2 отмечено наименьшее значение данного показателя: 10% скоростей выше примерно 15 Мбит/с.

Диаграмма на Рисунке 4 отражает распределение скоростей, характеризующих относительную продолжительность времени возможного использования различных типов сервисов и приложений на основе передачи данных в интернет (Uplink). Соответствие типов сервисов пороговым значениям скоростей, необходимых для стабильной (без прерываний) передачи данных в интернет приводится в Приложении 1.

Билайн и МТС 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 99%). В сетях МегаФона и Т2 доли значений скоростей выше 1.5 Мбит/с заметно ниже и составляют около 90%.

В Приложении 2 в таблице 3 для справки приводится распределение значений показателей средней скорости и нижней децили для сервиса HTTP UL по линиям метро.

На всех линиях кроме Красносельско-Калининской билайн демонстрирует наилучшие значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP UL и заметно опережает конкурентов. МТС уступает билайну, но опережает МегаФон и Т2, на всех линиях, кроме Красносельско-Калининской. На Красносельско-Калининской линии МегаФон заметно опережает конкурентов по данному показателю. МегаФон уступает билайну

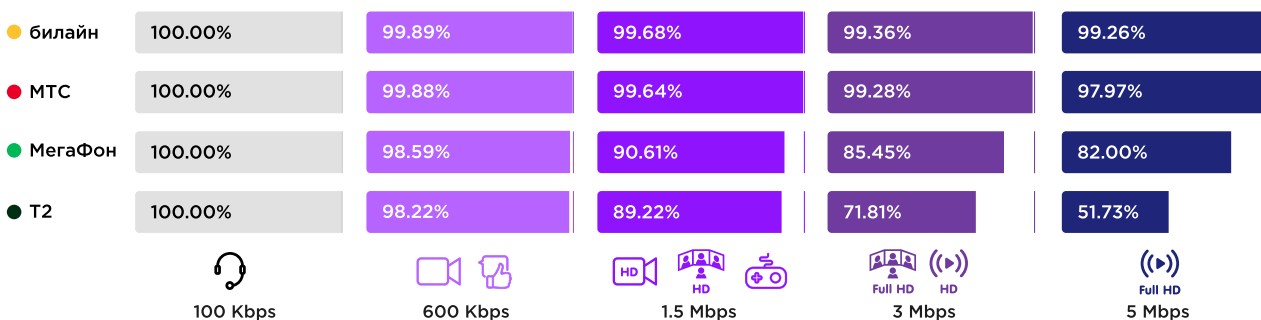


Рисунок 4. Распределение типов сервисов и скоростей (Uplink)

и МТС на 5 линиях из 6. В сети МегаФона на 1 линии отмечены наименьшие значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP UL. Т2 уступает конкурентам по данному показателю на всех линиях, кроме Невско-Василеостровской.

В сети билайна отмечены наилучшие значения показателей скорости передачи данных в интернет. В частности, в сети билайна значения нижней децили распределения скоростей выше, чем в сетях конкурентов на 5 линиях метро. По успешности сервиса HTTP UL билайн уступает Т2, что не приводит к заметному снижению интегральной оценки и позволяет сохранить первую позицию рейтинга оценок качества сервиса HTTP UL.

МТС уступает билайну по всем скоростным характеристикам сервиса HTTP UL. В частности, в сети МТС значения нижней децили распределения скоростей ниже, чем в сети билайна на всех линиях метро, кроме одной. По успешности сервиса HTTP UL МТС заметно уступает билайну и Т2. В результате МТС занимает вторую позицию рейтинга.

Т2 заметно опережает конкурентов по успешности сервиса HTTP UL. По всем скоростным характеристикам в целом Т2 уступает конкурентам. В частности, в сети Т2 значения нижней децили распределения скоростей заметно ниже, чем в сетях конкурентов на 5 линиях из 6. Отставание по скоростным характеристикам приводит к существенному снижению интегральной оценки и смещению Т2 на третью позицию рейтинга оценок качества сервиса HTTP UL.

МегаФон значительно уступает конкурентам по успешности сервиса HTTP UL. По всем скоростным характеристикам МегаФон заметно отстает от билайна и МТС, но опережает Т2. В сети МегаФона значения нижней децили ниже, чем в сетях билайна и МТС на 5 линиях метро. При этом наименьшее значение нижней децили отмечено на 1 линии метро. Отставание по успешности сервиса HTTP UL приводит к существенному снижению интегральной оценки. В итоге МегаФон смещается на четвертую позицию рейтинга.

Сопоставление с результатами исследования 2025 года в метро Москвы показывает, что в метро Санкт-Петербурга в сетях билайна, МТС, МегаФона и Т2 значения почти всех показателей скорости сервиса HTTP UL заметно ниже. В сети МТС в метро Санкт-Петербурга только значение нижней децили распределения скоростей незначительно выше, чем в метро Москвы.

По успешности сессий сервиса HTTP UL более высокий результат отмечен только в сети Т2: доля неуспешных сессий в сети Т2 в метро Санкт-Петербурга значительно меньше, чем в метро Москвы. В сетях билайна, МТС и МегаФона доли неуспешных сессий в метро Санкт-Петербурга заметно больше, чем в метро Москвы.

Проблемные участки

В сетях всех операторов, действующих в метро Санкт-Петербурга, на всех линиях обеспечивается возможность успешно пользоваться мобильным интернетом, за исключением отдельных участков небольшой протяженности.

Для наглядности в Приложении 3 приводится распределение проблемных участков на схеме метро в сети каждого оператора. В Приложении 4 в Таблицах 1—7 также приводятся распределения значений показателя Radio Network Availability в целом на маршруте и для каждой линии метро, а также технических характеристик сервисов сетей для метрополитена в целом. Показатель Radio Network Availability характеризует возможность подключения к радиосети оператора.



Выводы



Билайн занимает первую позицию в рейтинге интегральных оценок качества мобильного интернета на линиях метро Санкт-Петербурга и значительно опережает ближайшего соперника Т2. В сети билайна отмечены наилучшие оценки сервисов HTTP DL и HTTP UL.

Билайн существенно опережает конкурентов по скоростным характеристикам сервиса HTTP DL. Значение нижней децили распределения скоростей сервиса загрузки данных из интернета в сети билайна значительно выше, чем в сетях конкурентов на всех линиях метро. Кроме того, билайн демонстрирует наилучшие значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP UL на всех линиях, кроме одной. По успешности сервисов HTTP DL и HTTP UL билайн незначительно уступает Т2, что не приводит к существенному снижению итоговой оценки и позволяет билайну сохранить первую позицию рейтинга.



Т2 следует за билайном и находится на второй позиции в рейтинге. По качеству сервиса HTTP DL Т2 отстает от билайна и занимает вторую позицию. Оценка качества сервиса HTTP UL в сети Т2 ниже, чем в сетях билайна и МТС, и соответствует третьей позиции.

Т2 опережает конкурентов по успешности сервисов HTTP DL и HTTP UL. По всем скоростным характеристикам сервиса HTTP DL Т2 уступает только билайну, а сервиса HTTP UL – билайну, МТС и МегаФону. В частности, в сети Т2 значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP DL ниже, чем в сети билайна на всех линиях. Значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP UL в сети Т2 заметно ниже, чем в сетях конкурентов на всех линиях, кроме одной. Отставание по скоростным характеристикам сервисов HTTP DL и HTTP UL приводит к существенному снижению интегральных оценок и смещению Т2 на вторую позицию рейтинга итоговых оценок качества мобильного интернета.

Выводы



МТС находится на третьей позиции в рейтинге итоговых оценок качества мобильного интернета. По качеству сервиса HTTP UL МТС уступает только билайну и занимает вторую позицию. По качеству сервиса HTTP DL МТС уступает билайну и Т2 и находится на третьей позиции.

МТС уступает билайну и Т2 как по успешности, так и по совокупности скоростных характеристик сервисов HTTP DL и HTTP UL. В частности, в сети МТС значение нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP DL ниже, чем в сетях билайна и Т2 на всех линиях, кроме одной. Значения нижней децили распределения скоростей сервиса HTTP UL в сети МТС ниже, чем в сети билайна на всех линиях метро, кроме одной. В результате МТС занимает третью позицию рейтинга.



МегаФон занимает четвертую позицию в рейтинге итоговых оценок. В сети МегаФона отмечены наименьшие оценки качества сервисов HTTP DL и HTTP UL.

МегаФон значительно уступает конкурентам по успешности сервисов HTTP DL и HTTP UL. По совокупности скоростных характеристик сервиса HTTP DL МегаФон отстает от конкурентов. В частности, в сети МегаФона отмечены наименьшие значения нижней децили распределения скоростей на 4 линиях. По всем скоростным характеристикам сервиса HTTP UL МегаФон заметно отстает от билайна и МТС, но опережает Т2. В сети МегаФона значения нижней децили ниже, чем в сетях билайна и МТС на 5 линиях метро. Отставание по успешности сервисов HTTP DL и HTTP UL приводит к существенному снижению интегральной оценки. В итоге МегаФон смещается на четвертую позицию рейтинга.

Кратко о технологии выполнения тестов

Сравнительная оценка выполнена на основе анализа результатов тестирования на всех линиях метрополитена в Санкт-Петербурге. Тестирование на каждой линии проводилось в рабочие дни, в утренние и вечерние часы наибольшей нагрузки в каждом направлении (с 7:30 до 10:30 утром и с 17:00 до 20:00 вечером).

Важно принимать во внимание, что полученные результаты отражают технические возможности сетей, зарегистрированные на маршрутах тестирования в период выполнения работ.

Для измерений и тестов использовались смартфоны Samsung Galaxy S22 в составе программно-аппаратного комплекса Nemo (см. Рисунок 5) производства компании Keysight Technologies. Тестовые устройства обеспечивают поддержку всех современных технологий и функций (включая агрегацию частот в технологии LTE, MIMO 4x4, 256 QAM DL), реализованных в сети каждого оператора в период проведения работ. В процессе исследования тестовые телефоны находились в режиме свободного выбора технологии 2G, 3G или 4G.

В процессе тестирования в сети каждого оператора выполнено около 1000 сессий передачи данных. Каждая сессия включает тесты загрузки файла из интернета (Downlink) и передачи данных в интернет (Uplink) фиксированной длительности (FDTT, см. ETSI TR 102678).

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.



Рисунок 2.
Программно-аппаратный комплекс Nemo

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.

На участке маршрута между станциями Спаская и Горный институт Лахтинско-Правобережной линии в сетях всех операторов отмечено отсутствие радиопокрытия в период выполнения работ и, соответственно, не обеспечивалась возможность пользоваться мобильным интернетом. Результаты тестов на данном участке маршрута исключены из расчета.

Таблица 1.
Показатели качества услуг передачи данных

Оригинальное название показателя KPI	Название на русском языке	билайн	MTC	МегаФон	T2
HTTP Data DL					
HTTP DL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных с сервера HTTP, %	99.13	99.00	87.59	99.42
HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, Мбит/с	92.93	34.32	38.65	39.60
HTTP Mean User Data Rate DL < 1 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных с сервера HTTP < 1 Мбит/с, %	0.29	2.03	5.90	0.58
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	22.89	3.87	1.96	5.98
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных с сервера HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	176.05	93.48	94.62	91.57
HTTP Data UL					
HTTP UL Session Success Ratio, %	Доля успешных сессий загрузки данных на сервер HTTP, %	95.14	89.33	75.18	98.54
HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, Мбит/с	18.30	15.18	10.68	7.13
HTTP Mean User Data Rate UL < 0,6 Mbps, %	Доля значений скоростей загрузки данных на сервер HTTP < 0,6 Мбит/с, %	0.11	0.12	1.41	1.78
10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, нижняя дециль, Мбит/с	8.13	8.11	1.61	1.38
90th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Mbps	Средняя скорость загрузки данных на сервер HTTP, верхняя дециль, Мбит/с	33.23	24.16	19.55	14.76

Таблица 2.

Распределение основных показателей качества сервиса загрузки данных из интернета HTTP DL для каждой линии

	HTTP Mean User Data Rate DL, Мбит/с				10th percentile of HTTP Mean User Data Rate DL, Мбит/с			
	билайн	МегаФон	МТС	T2	билайн	МегаФон	МТС	T2
Кировско-Выборгская	99.71	35.19	38.99	50.15	16.69	1.81	1.87	6.91
Московско-Петроградская	78.31	33.95	33.27	24.78	22.31	1.89	6.49	5.07
Невско-Василеостровская	110.16	46.63	44.47	47.79	30.62	1.68	11.84	12.53
Лактинско-Правобережная	62.00	25.61	42.80	25.68	16.08	2.28	1.76	3.10
Фрунзенско-Приморская	89.63	44.64	14.47	37.57	32.55	2.80	4.16	7.12
Красносельско-Калининская	246.79	79.65	31.84	95.53	142.80	35.52	14.33	35.48

Таблица 3.

Распределение основных показателей качества сервиса передачи данных в интернет HTTP UL для каждой линии

	HTTP Mean User Data Rate UL, Мбит/с				10th percentile of HTTP Mean User Data Rate UL, Мбит/с			
	билайн	МегаФон	МТС	T2	билайн	МегаФон	МТС	T2
Кировско-Выборгская	24.13	17.52	11.55	8.16	8.13	8.11	4.14	1.60
Московско-Петроградская	14.25	14.44	9.26	6.16	8.13	8.11	1.61	1.58
Невско-Василеостровская	22.04	14.27	10.97	7.33	10.42	8.10	1.39	1.79
Лактинско-Правобережная	15.40	15.37	8.23	6.42	8.13	8.11	1.62	0.95
Фрунзенско-Приморская	13.07	12.73	10.23	5.62	8.13	7.90	1.41	1.02
Красносельско-Калининская	27.96	28.38	32.46	27.17	3.28	14.43	19.09	3.46

Локализация проблемных участков на линиях метро

В качестве иллюстрации приводится распределение проблемных участков на схеме метро в сети каждого оператора. Красным цветом отмечены участки, на которых зарегистрированы низкие скорости, недостаточные для успешного пользования мобильным интернетом или отсутствует возможность подключиться к сети оператора.









Технические характеристики

В таблицах 1 и 2 приводятся распределения значений показателя доступности радиосети Radio Network Availability суммарно для метро в целом и для каждой линии по отдельности.

Таблица 1.
Показатель, характеризующий доступность радиосети

	билайн	МегаФон	МТС	T2
Radio Network Availability, %	99.43	99.33	98.43	99.66
Доступность радиосети, %				

Таблица 2.
Распределение значений показателя доступности сети для каждой линии

	билайн	МегаФон	МТС	T2
Кировско-Выборгская	100.00	99.89	99.41	100.00
Московско-Петроградская	100.00	100.00	99.30	100.00
Невско-Василеостровская	99.96	100.00	98.18	100.00
Лахтинско-Правобережная	100.00	100.00	100.00	100.00
Фрунзенско-Приморская	100.00	100.00	98.28	99.73
Красносельско-Калининская	76.08	72.75	74.58	87.50

В таблицах 3-7 приводится распределение технологий, функций, режимов, зарегистрированных тестовыми устройствами при передаче данных на маршруте в целом.

	билайн	МТС	МегаФон	T2
GSM 900, %	0.13	0.37	0.19	0.02
GSM 1800, %	0.00	0.00	0.00	0.82
WCDMA 900, %	0.00	0.00	0.00	0.00
WCDMA 2100, %	0.01	0.00	0.01	0.54
LTE 800 band 20, %	1.96	0.43	19.74	5.65
LTE 900 band 8, %	0.00	0.00	10.47	0.00
LTE 1800 band 3, %	18.60	9.16	21.33	67.05
LTE 2100 band 1, %	74.38	89.17	22.59	16.09
LTE 2600 band 7, %	4.92	0.72	25.67	9.79
LTE 2600 band 38, %	0.00	0.16	0.00	0.00
LTE 2300 band 40, %	0.00	0.00	0.00	0.04

Таблица 3.
Распределение сервирующих технологий

	билайн	МТС	МегаФон	T2
Non-CA LTE 800, %	1.77	0.43	11.13	2.38
Non-CA LTE 900, %	0.00	0.00	7.45	0.00
Non-CA LTE 1800, %	0.36	0.40	4.92	3.09
Non-CA LTE 2100, %	1.72	2.18	5.58	0.06
Non-CA LTE 2600, %	0.21	0.05	4.82	0.13
Non-CA LTE 2600 (TDD), %	0.00	0.14	0.00	0.00
Non-CA LTE 2300 (TDD), %	0.00	0.00	0.00	0.00
LTE 2CC, %	4.31	31.53	9.07	27.51
LTE 3CC, %	26.05	15.35	7.79	30.89
LTE 4CC, %	65.59	21.11	22.14	28.01
LTE 5CC, %	0.00	28.83	27.10	7.93

Таблица 4.
Распределение режимов агрегации частот

	билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	2.03	5.94	7.59	1.09
16QAM, %	2.16	5.13	8.25	2.24
64QAM, %	16.33	17.57	28.24	11.81
256QAM, %	79.48	71.36	55.92	84.87

Таблица 5.
Распределение типов модуляции DL

	билайн	МТС	МегаФон	T2
QPSK, %	33.21	40.99	77.15	44.90
16QAM, %	39.44	44.58	15.73	38.06
64QAM, %	24.44	14.26	7.13	15.22
256QAM, %	2.92	0.18	0.00	1.82

Таблица 6.
Распределение типов модуляции UL

	билайн	МТС	МегаФон	T2
MIMO not used, %	79.35	88.32	90.88	94.16
MIMO 2x2, %	20.38	11.20	8.77	5.83
MIMO 4x4, %	0.27	0.48	0.35	0.01

Таблица 7.
Распределение режимов 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, просмотр видео, загрузка данных из интернета и др. На рисунке ниже для наглядности приводится схема агрегации показателей и оценок, используемых в данном исследовании, с указанием весовых коэффициентов для разных типов сервисов.



Рисунок 6.
Схема агрегации показателей и оценок