

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

E.812

Поправка 1
(09/2020)

СЕРИЯ E: ОБЩАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕТИ,
ТЕЛЕФОННАЯ СЛУЖБА, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ
СЛУЖБ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Качество услуг электросвязи: концепции, модели,
цели и планирование надежности работы –
Модели для услуг электросвязи

Метод краудсорсинга для оценки сквозного
качества обслуживания в сетях фиксированной
и подвижной широкополосной связи

Поправка 1

Рекомендация МСЭ-Т E.812 (2020) – Поправка 1

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ E

ОБЩАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕТИ, ТЕЛЕФОННАЯ СЛУЖБА, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СЛУЖБ
И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ	
Определения	E.100–E.103
Общие положения, касающиеся администраций	E.104–E.119
Общие положения, касающиеся пользователей	E.120–E.139
Эксплуатация услуг международной телефонной связи	E.140–E.159
План нумерации для услуг международной телефонной связи	E.160–E.169
Международный план маршрутизации	E.170–E.179
Тональные сигналы в национальных системах сигнализации	E.180–E.189
План нумерации для услуг международной телефонной связи	E.190–E.199
Морская подвижная служба и сухопутная подвижная служба общего пользования	E.200–E.229
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К НАЧИСЛЕНИЮ ПЛАТЫ И РАСЧЕТАМ ЗА УСЛУГИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ	
Начисление платы за услуги международной телефонной связи	E.230–E.249
Измерение и регистрация продолжительности разговоров в целях расчетов	E.260–E.269
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ, НЕ СВЯЗАННЫХ С ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗЬЮ	
Общие сведения	E.300–E.319
Фототелеграфная связь	E.320–E.329
ВОЗМОЖНОСТИ ЦСИС, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ	E.330–E.349
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПЛАН МАРШРУТИЗАЦИИ	E.350–E.399
УПРАВЛЕНИЕ СЕТЬЮ	
Статистические данные по международным услугам	E.400–E.404
Управление международной сетью	E.405–E.419
Осуществление контроля качества услуг международной телефонной связи	E.420–E.489
ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАФИКА	
Измерение и регистрация трафика	E.490–E.505
Прогнозирование трафика	E.506–E.509
Определение количества каналов при ручном обслуживании	E.510–E.519
Определение количества каналов при автоматическом и полуавтоматическом обслуживании	E.520–E.539
Категория обслуживания	E.540–E.599
Определения	E.600–E.649
Технические аспекты трафика для IP-сетей	E.650–E.699
Технические аспекты трафика в ЦСИС	E.700–E.749
Технические аспекты трафика в сети подвижной связи	E.750–E.799
КАЧЕСТВО УСЛУГ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ: КОНЦЕПЦИИ, МОДЕЛИ, ЦЕЛИ И ПЛАНИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ	
Термины и определения, связанные с качеством услуг электросвязи	E.800–E.809
Модели для услуг электросвязи	E.810–E.844
Модели для услуг электросвязи	E.810–E.844
Показатели качества обслуживания и понятия, связанные с услугами электросвязи	E.845–E.859
Использование показателей качества обслуживания для планирования сетей электросвязи	E.860–E.879
Сбор эксплуатационных данных и оценка качества работы оборудования, сетей и служб	E.880–E.899
ДРУГИЕ	E.900–E.999
МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ	
План нумерации для услуг международной телефонной связи	E.1100–E.1199
УПРАВЛЕНИЕ СЕТЬЮ	
Управление международной сетью	E.4100–E.4199

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т E.812

Метод краудсорсинга для оценки сквозного качества обслуживания в сетях фиксированной и подвижной широкополосной связи

Поправка 1

Резюме

Оборудование конечного пользователя, оборудование в помещении потребителя и соответствующее программное обеспечение стали более быстродействующими, мощными и способными осуществлять сбор данных. Это позволило использовать метод краудсорсинга, направленный на увеличение количества технических параметров, которые можно получать от конечных пользователей без внесения изменений в существующие программно-аппаратные средства.

Такие организации, как регуляторные органы и поставщики услуг, все чаще оценивают сквозное качество обслуживания (QoS), используя метод краудсорсинга. Однако оценку на основе данных, собранных с помощью метода краудсорсинга, можно осуществлять несколькими способами, и разные подходы дают разное представление о QoS.

В Рекомендации МСЭ-Т E.812 описаны различные методы краудсорсинга для оценки сквозного QoS в сетях как фиксированной, так и подвижной широкополосной связи.

Поправка 1 к Рекомендации МСЭ-Т E.812 вводит Дополнение II (Сценарии использования метода краудсорсинга) и Дополнение III (Практические подходы к краудсорсингу в сетях фиксированной широкополосной связи).

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждения	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т E.812	29.05.2020	12-я	11.1002/1000/14272
1.1	МСЭ-Т E.812 (2020 г.) Поправка 1	11.09.2020	12-я	11.1002/1000/14489

Ключевые слова

Краудсорсинг, оценка, сбор данных, сеть подвижной связи, фиксированная широкополосная связь, QoS.

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL-адрес: <http://handle.itu.int/>, после которого укажите уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2021

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения.....	1
3.1 Термины, определенные в других документах	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации.....	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Соглашения по терминологии	3
6 Обзор	3
7 Способы сбора данных методом краудсорсинга, их характеристики и предъявляемые требования.....	3
7.1 Способы сбора данных методом краудсорсинга.....	4
7.2 Способы инициирования сбора данных методом краудсорсинга	7
7.3 Требования к сбору данных методом краудсорсинга	10
8 Сценарии организации сбора данных	13
8.1 Устройство сбора данных	13
8.2 Размещение сервера тестирования	14
9 Дополнительные руководящие указания для регуляторных органов	17
Дополнение I – Числовой пример метода стратифицированной выборки для службы подвижной связи.....	18
Дополнение II – Сценарии использования метода краудсорсинга.....	21
II.1 Примеры возможных сценариев использования.....	21
II.2 Примеры показателей QoS и расчет решений краудсорсинга.....	23
II.3 Примеры правил фильтрации данных	24
Дополнение III – Практические подходы к краудсорсингу в сетях фиксированной широкополосной связи	27
III.1 Стандарты сбора данных с устройств СРЕ	27
III.2 Инструменты измерения для конечных пользователей.....	28
III.3 Массовое развертывание специальных аппаратных зондов для конечных пользователей.....	30
Библиография	31

Введение

Поставщики услуг электросвязи обычно нуждаются в оценке QoS в своих сетях, поскольку это способ проверить адекватность предоставления их услуг конечным пользователям. Оценка QoS может быть важна и с точки зрения регуляторных органов, поскольку повышение качества обслуживания часто является важнейшим пунктом в их повестке дня. Собранные данные по вопросам качества могут служить регуляторным органам руководством для повышения осведомленности потребителей и содействия дальнейшему совершенствованию сетевой инфраструктуры. Одним из наиболее важных шагов в области управления качеством сетей электросвязи является определение и реализация методов контроля и оценки качества. Эта задача имеет множество решений, и каждое из них предполагает собственный компромисс между точностью, степенью временной и географической детализации и затратами.

Метод краудсорсинга – это один из возможных методов контроля и оценки QoS в сетях фиксированной и подвижной широкополосной связи. Его основным условием является сбор данных у большого количества конечных пользователей непосредственно с оборудования конечного пользователя (например, мобильных устройств и оборудования в помещениях пользователей (CPE)). Однако такого рода решения предлагаются многими поставщиками, и они могут значительно отличаться друг от друга. В число таких различий входят способ сбора данных (по инициативе конечных пользователей или без их вмешательства) и тип собираемых данных (выполняется ли тест загрузки, или же данные поступают в процессе обычной эксплуатации устройства/оборудования). Сбор данных методом краудсорсинга по одной и той же методике в сетях нескольких поставщиков услуг, работающих на одном и том же рынке, выиграет от согласованных подходов и методик сбора данных поставщиков услуг.

Метод краудсорсинга значительно увеличивает количество собираемых элементов данных по сравнению с типичным методом оценки QoS (например, тестирование в условиях ходьбы/движения в автомобиле). Большой объем данных может повысить надежность и репрезентативность полученных результатов. Кроме того, он повышает эффективность использования ресурсов и позволяет странам с обширной территорией использовать для сбора данных широкую общественность.

В настоящей Рекомендации определены преимущества, недостатки и меры предосторожности, которые следует учитывать при внедрении таких методов контроля QoS.

Рекомендация МСЭ-Т E.812

Метод краудсорсинга для оценки сквозного качества обслуживания в сетях фиксированной и подвижной широкополосной связи

Поправка 1

Редакционное примечание. Данная публикация содержит полный текст [Рекомендации]. Изменения, вносимые настоящей Поправкой, показаны в режиме отображения исправлений в тексте Рекомендации МСЭ-Т E.812 (2020 г.).

1 Сфера применения

Настоящая Рекомендация посвящена сквозной оценке QoS в сетях фиксированного и подвижного доступа в интернет с использованием метода краудсорсинга и, в частности, содержит:

- обзор метода краудсорсинга в сетях фиксированного и подвижного доступа в интернет;
- способы сбора данных методом краудсорсинга, их характеристики и предъявляемые требования;
- сценарии организации сбора данных;
- руководящие указания для регуляторных органов, поставщиков услуг и поставщиков оборудования, которые можно применять для сравнительного анализа и совершенствования сети при использовании метода краудсорсинга.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие справочные документы могут подвергаться пересмотру, поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статуса Рекомендации.

[ITU-T E.800] Рекомендация МСЭ-Т E.800 (2008 г.), *Определение терминов, относящихся к качеству обслуживания.*

[ITU-T E.806] Рекомендация МСЭ-Т E.806 (2019 г.), *Мероприятия по измерению, системы мониторинга и методики формирования выборок для контроля качества обслуживания в сетях подвижной связи.*

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах:

3.1.1 Загрузка (download) [ITU-T E.800] – передача данных или программ с сервера или главного компьютера на чей-либо компьютер или устройство.

3.1.2 Задержка (latency) [b-ITU-T G.9961] – время запаздывания от момента передачи последнего бита кадра через назначенную опорную точку стека протоколов передатчика до момента доставки целого кадра до назначенной опорной точки стека протоколов приемника. Предполагается, что оценки средней и максимальной задержки будут вычисляться для 99% всех измерений задержки. Если для определенного потока разрешена повторная передача, то в задержку также входит время повторной передачи.

3.1.3 Дрожание (jitter) [b-ITU-T G.9961] – размер отклонения запаздывания в большую и меньшую сторону от среднего значения. Максимальное дрожание определяется как максимальное отклонение значения запаздывания в большую и меньшую сторону от среднего значения.

3.1.4 Коэффициент потери IP-пакетов (IP packet loss ratio) (IPLR) [b-ITU-T Y.1540] – коэффициент потери IP-пакетов (IPLR) – это отношение общего количества потерянных IP-пакетов к общему количеству переданных IP-пакетов в представляющей интерес совокупности.

3.1.5 Краудсорсинг (crowdsourcing) [b-ITU-T P.912] – получение требуемой услуги большой группой людей, скорее всего онлайн-новым сообществом.

3.1.6 Сквозное качество (end-to-end quality) [b-ITU-T E.800] – качество, связанное с рабочими характеристиками системы связи, включая все оконечное оборудование.

3.1.7 Качество обслуживания (quality of service) [b-ITU-T E.800] – совокупность характеристик услуги электросвязи, которые отражают ее способность удовлетворять сформулированные и подразумеваемые потребности пользователя услуги.

3.1.8 Сбор данных методом краудсорсинга [ITU-T E.806] – метод сбора результатов активных и/или пассивных измерений качества обслуживания от большого количества устройств конечных пользователей.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

API	Application Programming Interface		Интерфейс прикладного программирования
CDN	Content Delivery Network		Сеть доставки контента
CPE	Customer Premise Equipment		Оборудование в помещении пользователя
CPU	Central Processing Unit	ЦП	Центральный процессор
GNSS	Global Navigation Satellite System	ГНСС	Глобальная навигационная спутниковая система
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure		Защищенный протокол передачи гипертекста
IoT	Internet of Things		Интернет вещей
IP	Internet Protocol		Протокол интернета
ISP	Internet Service Provider	ПУИ	Поставщик услуг интернета
IXP	Internet Exchange Point		Пункт обмена трафиком интернета
KPI	Key Performance Indicator		Ключевой показатель эффективности
MCC	Mobile Country Code		Код страны в системе подвижной связи
MNC	Mobile Network Code		Код сети подвижной связи
OTT	Over-the-top		Технология Over-The-Top
PoP	Point of Presence		Точка присутствия
QoS	Quality of Service		Качество обслуживания

RAM	Radom-access Memory	ОЗУ	Оперативное запоминающее устройство
RF	Radio Frequency	РЧ	Радиочастота
RoI	Return on Investment		Окупаемость инвестиций
UDP	User Datagram Protocol		Протокол дейтаграмм пользователя

5 Соглашения по терминологии

Отсутствуют.

6 Обзор

В Приложении I к [b-ITU-T P.912] термин "краудсорсинг" определяется как "получение требуемой услуги большой группой людей, скорее всего онлайн-обществом". В данном случае подразумевается, что главной особенностью краудсорсинга является вовлечение в какой-либо процесс большого количества людей. Эту концепцию можно применять для различных целей, таких как сбор средств, совместное решение задач или опрос общественного мнения.

В контексте контроля QoS сетей фиксированной и подвижной широкополосной связи метод краудсорсинга можно понимать как сбор данных от большого количества конечных пользователей для оценки QoS используемой сетевой инфраструктуры в целях удовлетворения потребностей пользователей. Это можно делать с помощью программно-аппаратных средств, которые собирают данные, связанные с QoS, непосредственно с CPE конечных пользователей (например, маршрутизаторов) или с мобильных устройств (например, планшетов и смартфонов). В случае фиксированной широкополосной связи информация, относящаяся к QoS, может собирать программное обеспечение, встроенное в оборудование в помещении потребителя, которое обычно предоставляется поставщиком услуг. Для услуг подвижной связи сбор аналогичного набора данных можно осуществлять, например, с помощью программного обеспечения, загружаемого в мобильные устройства.

При использовании решений краудсорсинга, полезных для оценки QoS фиксированной и подвижной широкополосной связи, с CPE и мобильных устройств (в данной Рекомендации совместно именуемых "устройства сбора данных") можно собирать широкий спектр данных. В частности, к ним относятся:

- данные о местоположении (например, координаты ГНСС),
- дата и время (продолжительность и т. д.),
- поставщик услуг (домашние и гостевые сети для подвижной связи и поставщик услуг интернета в случае фиксированной широкополосной связи),
- информация о сети (имя точки доступа, сила сигнала, информация о сотах),
- тип соединения (Ethernet, Wi-Fi, 3G, 4G, 5G и т. д.),
- информация об устройстве (производитель, модель и т. д.),
- данные об использовании устройства (потребление данных, коэффициент использования центрального процессора (ЦП), уровень заряда батареи, параллельный трафик и т. д.).

Эти собранные данные позволяют определить соответствующие показатели QoS сетей широкополосной связи, такие как пропускная способность, задержка, дрожание, потеря пакетов и др. Это основные параметры, которые характеризуют сквозную эффективность и могут использоваться для определения качества обслуживания.

7 Способы сбора данных методом краудсорсинга, их характеристики и предъявляемые требования

Согласно [ITU-T E.806], способы сбора данных методом краудсорсинга подразделяются на активные и пассивные измерения. Процесс сбора данных может быть инициирован конечным пользователем или программой. Для удовлетворения различных потребностей могут быть выбраны разные конфигурации.

Решения на основе краудсорсинга могут предусматривать активные или пассивные измерения. В гибридных решениях можно использовать и те и другие.

7.1 Способы сбора данных методом краудсорсинга

У каждого способа сбора данных имеются свои преимущества и недостатки, которые рассматриваются в следующих пунктах. Хотя показатель QoS можно получать с использованием обоих способов, в зависимости от выбранного способа один и тот же показатель может отражаться по-разному. Например, пропускная способность, полученная при активном измерении, может лучше отражать соответствующую характеристику сети, а полученная при пассивном измерении – фактическое использование сети конечными пользователями.

7.1.1 Активные измерения

При активных способах сбора данных для оценки параметров сквозного QoS создается искусственный трафик. Например, это могут быть намеренная передача файлов в целях измерения пропускной способности, ring-тесты и т. д. Активный способ иллюстрируется на рисунке 1.

Можно разработать специальные активные тесты для насыщения сети и, следовательно, добиться более точного измерения ее пиковой сквозной эффективности в точке тестирования. Однако внимание должно быть направлено на анализ результатов, чтобы гарантировать их надежность и репрезентативность. С этой целью в пунктах 7.3.1 и 7.3.2 изложены соображения по надлежащей обработке и статистическому анализу данных.

При измерении сквозной эффективности сети с помощью активных тестов можно контролировать многие факторы, такие как продолжительность теста, местоположение сервера тестирования, количество одновременных потоков, размер пакетов, частота дискретизации и даже тип передаваемых данных (случайные данные не могут быть сжаты сетевыми маршрутизаторами столь же эффективно, как текст, изображения или видео).

Для измерения сквозной эффективности сети в восходящем направлении (то есть выгрузки) можно разработать активный тест, измеряющий не только количество данных, переданных устройством, но и количество данных, полученных сервером тестирования. Для измерения потери пакетов можно разработать активный тест, сравнивающий количество переданных пакетов с количеством пакетов, принятых сервером тестирования. Для измерения используемого маршрута в сети (например, для обнаружения различий между путями выгрузки и загрузки) только активный тест позволяет генерировать надлежащие пакеты, получать ответы и выстраивать маршрут (с использованием такого подхода, как трассировка).

Следует позаботиться о том, чтобы определить сценарии, в которых активный тест не отражает сквозную эффективность сети. В следующих сценариях тест может привести к недооценке пропускной способности:

- когда данные используются другим процессом. Например, если во время выполнения теста пользователь транслирует потоковое видео, измерительная способность активного теста будет ограничена;
- когда операционная система устройства запрещает доступ к сети. Обычно это делается для продления срока службы батареи. В таких случаях в рамках активного теста не могут быть переданы какие-либо данные, но это не связано с нарушением работы сотовой сети.

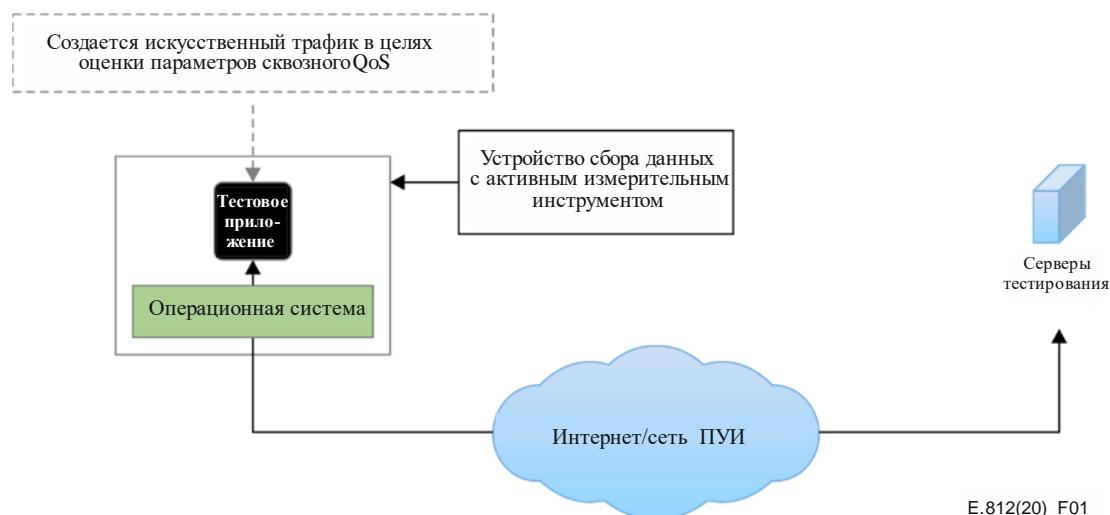


Рисунок 1 – Пример активного сбора данных в сети подвижной связи

а) Преимущества

Можно выделить следующие некоторые преимущества активных методов:

- возможна стандартизация активных тестов;
- активные тесты могут выполняться на уровне приложения (например, в форме приложения, встроенного инструмента, веб-браузера);
- активные тесты можно настроить для имитации поведения различных услуг¹, способного повлиять на параметры QoS (например, задержка, потеря пакетов).

б) Недостатки

В то же время выявлены некоторые недостатки таких методов, в частности:

- активные тесты используют ресурсы сети (дополнительная нагрузка на сильно загруженную сеть при попытке достичь максимальной сквозной пропускной способности) и устройств сбора данных (квота на данные конечных пользователей, заряд батареи, ОЗУ и т. д.);
- возможно увеличение использования данных в высокоскоростных сетях в зависимости от схемы измерения;
- измерения, предназначенные для отражения пиковой пропускной способности, будут запрещены, если другие процессы устройства также потребляют ресурсы, такие как сетевое соединение, ЦП и ОЗУ.

Для решения этих проблем можно рассмотреть следующие методы.

- Нулевой тариф за использование данных в тестах, потребляющих данные из тарифного плана пользователя, позволит устранить опасения конечных пользователей по поводу использования данных, но этот метод следует применять с осторожностью. Этот процесс предусматривает предоставление операторам сети подробной информации о характеристиках решения, таких как серверы тестирования, или информации об IP-адресах, что может привести к искажению результатов операторами, которые сосредоточат усилия на улучшении параметров QoS на тестовом маршруте. Однако для анализа репрезентативности и надежности результатов можно использовать статистические инструменты. Доступные инструменты для этого анализа и основные соображения по его выполнению представлены в пункте 7.3.1.
- Выбором схемы измерения можно добиться того, что тесты не будут потреблять больше данных в более быстрых сетях. Например, тесты, имитирующие определенные услуги, такие как потоковое видео (с использованием скорости передачи данных 1–1,5 Мбит/с), игровой или

¹ Пример: трафик VOIP и онлайн-игр обычно включает передачу небольших UDP-пакетов с довольно постоянной и низкой пропускной способностью; загрузка вложений электронной почты, обновлений системы и других файлов обычно происходит через TCP, и для нее могут использоваться пакеты гораздо большего размера при гораздо более высокой пропускной способности, возможно ограничиваемой только сетью.

голосовой трафик (обычно < 100 Кбит/с), могут быть рассчитаны на фиксированное потребление данных. В качестве иллюстрации: тест может передавать поток из 200 пакетов на сервер с фиксированной скоростью передачи данных и получать ответные пакеты. При правильной реализации это позволит измерять задержку, потерю пакетов, дрожание и скорость передачи пакетов. Однако количество данных, потребляемых в ходе каждого теста, будет оставаться неизменным независимо от скорости сети.

- Следует опираться на большую группу конечных пользователей, каждый из которых выполняет измерения относительно нечасто. Решение должно обеспечивать баланс между сбором полезного количества выборок на устройство при недопущении чрезмерного потребления ресурсов и ограничении достижимого размера участников. Для обеспечения гибкости стратегию выборки для измерений можно формировать централизованно, что позволит добиваться этого баланса.
- Необходимо сделать выбор стратегического времени измерения пиковой пропускной способности, например осуществить запуск коротких автоматических тестов пропускной способности сразу после разблокирования экрана, прежде чем конечные пользователи успеют начать операции с интенсивным использованием данных.
- Следует принять гибридный подход (то есть применение активных и пассивных методов), чтобы получить целостное представление о сквозном QoS.

7.1.2 Пассивные измерения

При пассивных измерениях данных для оценки QoS в сеть не вводятся искусственный трафик или тестовые данные. Вместо этого, скорее, осуществляется наблюдение за параметрами радиосвязи и данными, передаваемыми конечными пользователями, а также собирается информация о фактическом трафике. Этот способ иллюстрируется на рисунке 2.

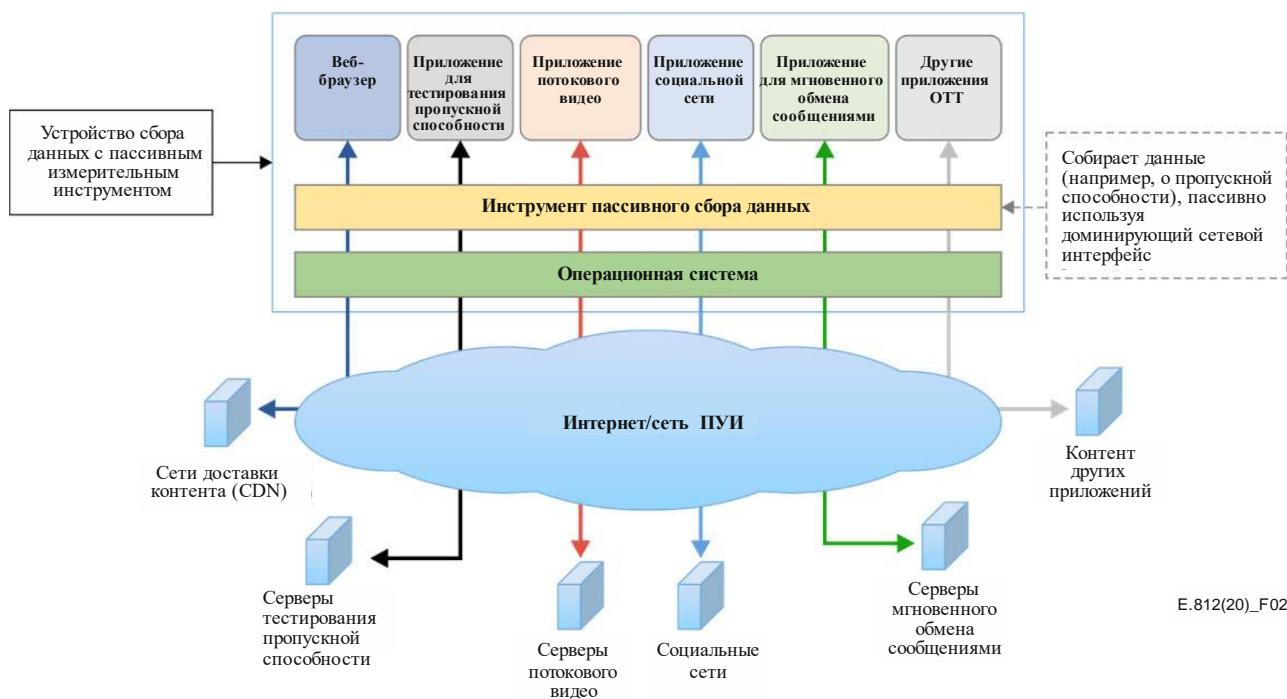


Рисунок 2 – Пример пассивного сбора данных в сети подвижной связи

Из соображений конфиденциальности пассивные измерения данных могут быть специально разработаны так, чтобы не раскрывать приложения, генерирующие трафик. В этом случае трудно точно сказать, стали ли выполненные измерения результатом работы приложения, операций сети или даже конечного пользователя. Таким образом, пассивный сбор данных приводит к измерениям, отражающим сквозную эффективность сети, воспринимаемую пользователями в условиях ее фактического использования или в данный момент времени.

Например, при пассивном измерении сквозной эффективности сети тест не позволяет определить, работает ли приложение, генерирующее трафик, с максимальной скоростью. Приложение может отправлять или принимать данные только тогда, когда они ему нужны (например, данные могут быть кешироваться локально), оно может выполнять вычисления, задерживающие запрос со стороны сети, или на трафик могут повлиять действия пользователя (например, пользователь может приостановить видеопоток).

Таким образом, при интерпретации результатов пассивных тестов для более точного определения сквозной эффективности сети, воспринимаемой пользователями, можно применять дополнительную информацию, такую как объем переданных данных, состояние сети (например, сила сигнала в случае сетей подвижной связи) и агрегирование собранных методом краудсорсинга данных.

а) Преимущества

Можно выделить следующие некоторые преимущества пассивных методов:

- при выполнении измерений не потребляются дополнительные данные, а это означает, что можно собрать больше выборок на каждого конечного пользователя;
- нет необходимости содержать сервер тестирования для передачи искусственного трафика;
- в сети не создается искусственный трафик, следовательно, это эффективный метод с точки зрения трафика.

б) Недостатки

В то же время выявлены некоторые недостатки таких методов, в частности:

- различные платформы (например, операционные системы, оборудование и т. д.) предоставляют разные возможности для пассивных измерений, что затрудняет сравнение между платформами;
- пассивные измерения не позволяют контролировать определенный показатель QoS (задержку или потерю пакетов, постоянную максимальную пропускную способность между конечным пользователем и сервером и т. д.);
- при сборе данных, относящихся к конкретному приложению, метод становится интрузивным.

Для решения этих проблем можно рассмотреть следующие методы:

- поскольку не все платформы допускают пассивные измерения, необходимо оценить, окажет ли исключение этих платформ существенное влияние на результирующие показатели QoS;
- следует принять гибридный подход (то есть применение активных и пассивных методов), чтобы получить целостное представление о сквозном QoS;
- необходимо обеспечить, чтобы конечные пользователи были проинформированы о типах данных, которые будут собираться, и согласились участвовать в кампании краудсорсинга.

7.2 Способы инициирования сбора данных методом краудсорсинга

В тех случаях, когда от конечного пользователя требуется сознательно приступить к сбору данных, соответствующие тесты классифицируются как инициируемые конечным пользователем. Если же сбор данных осуществляется программно по заранее установленным правилам запуска, то он классифицируется как автоматический.

7.2.1 Измерения, инициируемые конечным пользователем

Для этого способа требуется, чтобы тестирование инициировал конечный пользователь, и результаты такого тестирования обычно предоставляются конечным пользователям.

а) Преимущества

Этот способ сбора данных методом краудсорсинга дает следующие преимущества:

- тест инициируют конечные пользователи; это означает, что они соглашаются на сбор данных в течение периода тестирования, в результате чего он становится более прозрачным;
- инициирование предоставляет конечным пользователям возможность проводить больше тестов и по согласию осуществлять сбор данных в течение более длительных периодов времени, что

может привести к большому объему собранной информации о сквозной эффективности и условиях измерений (таких как местоположение устройств и интенсивность эксплуатации);

- конечные пользователи контролируют обстоятельства, при которых выполняется тестирование (то есть местонахождение конечного пользователя и состояние сети);
- конечные пользователи могут выполнять оценку QoS сетей и получать результаты тестов после тестирования, что повышает осведомленность конечных пользователей о состоянии сети в течение этого периода времени;
- тесты, инициируемые конечным пользователем, позволяют вводить в опросный перечень задаваемых вопросов вопросы, дающие дополнительную информацию о соединении конечного пользователя с интернетом или о мотивации участия в тестировании.

b) Недостатки

Зависимость от действий конечных пользователей для запуска тестирования может вызвать следующие проблемы:

- может быть собрано значительно меньшее количество выборок, поскольку оно зависит от взаимодействия с конечными пользователями;
- может возникнуть систематическая погрешность, поскольку определенные группы конечных пользователей могут быть заинтересованы в результатах оценки QoS. Например, конечные пользователи могут быть склонны к участию в сборе данных, когда испытывают трудности с доступом к некоторым приложениям. Еще одна возможная погрешность может быть связана с временем суток, в которое происходит сбор данных, поскольку отсутствует какой-либо график их сбора;
- злоумышленникам легче повлиять на собранные данные, чем в случае автоматических тестов, поскольку конечные пользователи имеют больший контроль над условиями измерения;
- при использовании опроса следует подумать о размещении вопросника и о том, сделать ли его необязательным или условием участия в тестировании. Размещение вопросника после теста может привести к тому, что ответы будут зависеть от результата тестирования, а перед тестом – помешать тестированию или поощрить к произвольным ответам, особенно если вопросы нельзя игнорировать.

7.2.2 Автоматические измерения

Автоматический сбор данных может осуществляться без необходимости вмешательства конечного пользователя – в виде независимого приложения или с помощью встроенных решений в других приложениях или оборудовании. Можно запланировать проведение тестов на регулярной основе или запускать их по определенному алгоритму или определенным правилам.

a) Преимущества

Некоторые преимущества этого способа:

- можно определять периоды времени и место сбора данных. Это может привести к получению большего количества выборок, что может упростить достижение статистической достоверности.

b) Недостатки

Автоматический сбор данных может вызвать следующие проблемы:

- конечные пользователи могут не полностью осознавать, что происходит сбор данных;
- не все платформы допускают автоматические измерения в фоновом режиме.

Тесты, инициируемые автоматически, обеспечивают разрабатывающей их организации больший контроль, позволяя определять частоту тестирования и географический район, где оно должно проводиться, что невозможно в случае полной зависимости от тестов, инициируемых конечными пользователями.

В таблице 1 содержится сводная информация по пунктам 7.1 и 7.2.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных способов тестирования и инициирования сбора данных методом краудсорсинга

		Способы инициирования сбора данных методом краудсорсинга	
		Иницируемые конечным пользователем	Автоматические
Способы сбора данных методом краудсорсинга	Активные	<p><u>Преимущества</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Считаются более прозрачными – Повышают осведомленность конечных пользователей – Возможна стандартизация активных тестов – Поддержка многих платформ – Возможность настройки для имитации поведения услуг – Могут быть ориентированы на оценку сквозной эффективности в течение определенного периода тестирования 	<p><u>Преимущества</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Могут обеспечить большее количество выборок – Возможна стандартизация активных тестов – Поддержка многих платформ – Возможность настройки для имитации поведения услуг – Могут быть ориентированы на оценку сквозной эффективности в течение определенного периода тестирования
		<p><u>Недостатки</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Могут обеспечить меньшее количество выборок – Могут вносить искажения – Используют дополнительные ресурсы – Возможно увеличение использования данных – Состояние устройств сбора данных может повлиять на результаты 	<p><u>Недостатки</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Считаются менее прозрачными – В некоторых ситуациях поддерживаются не всеми платформами – Используют дополнительные ресурсы – Возможно увеличение использования данных – На результаты может повлиять состояние устройств сбора данных
	Пассивные	<p><u>Преимущества</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Считаются более прозрачными – Повышение осведомленности конечных пользователей – Могут обеспечить большее количество выборок – Не требуют сервера тестирования – Не налагают дополнительную нагрузку на сеть – Обеспечивают измерение сквозной эффективности сети по фактическому использованию конечными пользователями 	<p><u>Преимущества</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Могут обеспечить большее количество выборок – Не требуют сервера тестирования – Не налагают дополнительную нагрузку на сеть – Обеспечивают измерение сквозной эффективности сети по фактическому использованию конечными пользователями
		<p><u>Недостатки</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Могут обеспечить меньшее количество выборок – Могут вносить искажения – В некоторых ситуациях поддерживаются не всеми платформами – Ограниченный набор контролируемых показателей QoS – Могут быть интрузивными 	<p><u>Недостатки</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Считаются менее прозрачными – В некоторых ситуациях поддерживаются не всеми платформами – Ограниченный набор контролируемых показателей QoS – Могут быть интрузивными

7.3 Требования к сбору данных методом краудсорсинга

В данном пункте представлены требования, предъявляемые к решениям краудсорсинга, такие как процедуры получения согласия, методы формирования выборки и планирования, а также правила обработки данных.

7.3.1 Выборка и планирование

Данные о ключевых показателях эффективности (KPI) можно получать с широкого спектра устройств сбора данных в зависимости от емкости серверов тестирования, хранилища данных и расписания.

Для обеспечения статистической достоверности необходимо рассчитать минимальное количество выборок с учетом заранее определенной максимальной допустимой погрешности при соответствующей статистической совокупности и распределении вероятности (например, гауссовом распределении для медианных оценок или биномиальном распределении для пропорциональных оценок). Информация о том, как получить размер выборки, и о географическом распределении выборок, содержится в Приложении А к [ITU-T E.806].

Кроме минимального количества выборок план выборки должен учитывать возможность безопасного исключения результатов, имеющих систематическую погрешность. Таким образом, организации, ответственной за сбор данных, рекомендуется проверить статистическое соответствие географического происхождения выборок распределению целевой статистической совокупности, отражающей фактическое QoS конечных пользователей.

Однако при необходимости в методике статистического анализа также может быть учтено географическое и/или временное распределение выборок. Например, в зависимости от цели кампании может иметь смысл ограничить выборки периодами интенсивного трафика, а также собрать большее количество выборок в географических районах с высокой плотностью конечных пользователей. Таким образом, будет целесообразно определить план выборки для каждого оператора с учетом базового распределения конечных пользователей. В других случаях можно рассмотреть возможность сбора большего количества выборок в периоды низкого трафика или в регионах с низкой плотностью населения, чтобы обеспечить большие размеры выборок на фоне обычно чрезмерно представленных групп выборок.

В итоге рекомендуется установить минимальное количество конечных пользователей, которые будут подвергаться периодическому контролю случайным образом. Чем больше конечных пользователей включено в план сбора данных в соответствии с временным и географическим распределением, тем точнее будет оценка и отчетность.

Тем не менее вследствие неконтролируемой среды тестирования собранные методом краудсорсинга данные должны подвергаться последующей обработке, чтобы исключить ошибочные результаты тестирования. Такие результаты возникают, в частности, из-за влияния графиков тестирования, приходящихся на часы повышенной нагрузки, изменения тарифных планов конечных пользователей, коммерческих планов с ограничениями и изменений в технологии доступа. В случае таких изменений оставшийся набор выборок после применения правил исключения должен соответствовать требованиям статистической достоверности (по количеству выборок, погрешности оценки и географическому/временному распределению).

Можно использовать выборочный подход к вычислению размера выборки (минимального количества выборок) для заданной погрешности оценки, когда имеется определенный контроль над процессом сбора данных методом краудсорсинга. Например, в кампании тестирования методом краудсорсинга географическое распределение выборок может быть в определенной степени известно, если оно было запланировано заранее.

Однако в других случаях, когда имеется ограниченный контроль над географическим/временным распределением, результаты могут быть нерепрезентативными, и оценка KPI сильно искажена. Например, при рассмотрении результатов по целому городу может оказаться так, что большинство выборок поступает из одного и того же района. В этом случае результаты могут быть репрезентативными для этого района, но не для города в целом.

При планировании кампании тестирования необходимо учитывать статистическую репрезентативность результатов. Для этого существуют четко определенные статистические формулы, которые можно использовать для получения погрешности оценки группы выборок. В пункте А.1.2 Приложения А к

[ITU-T E.806] даны ссылки на общие формулы простой случайной выборки, которые можно использовать для получения границы погрешности оценки для заданного размера выборки (количества выборок), уровня достоверности и с учетом среднего и стандартного отклонений наблюдаемого параметра (скорость загрузки/выгрузки, задержка и т. д.). Однако, чтобы понять, насколько репрезентативна группа выборок для географического региона, необходимо вычислить погрешность оценки пространственного распределения выборок. Необходимые формулы для оценки географической репрезентативности дает стратифицированная выборка (формулы для стратифицированной выборки см. в пункте А.1.2 Приложения А к [ITU-T E.806] и в [b-Scheaffer]).

При стратификации исследуемый географический регион (например, город) подразделяется на страты, или группы географических областей. Каждая группа имеет разные характеристики, и можно сделать вывод, в какой мере группа областей (при выборках данных, собранных методом краудсорсинга) репрезентативна для всего региона.

Для этого можно применить метод статистического группирования, разделив конкретный регион на более мелкие районы (бины). Их размер выбирается в зависимости от размера исследуемого региона (десятки или сотни метров, километры). После группирования они классифицируются в одну из страт. Наконец, формулы стратифицированной выборки можно использовать для оценки минимального количества районов, необходимого для обеспечения статистической репрезентативности региона. Числовой пример, иллюстрирующий этот метод стратификации, приведен в Дополнении I.

Используя вышеупомянутые методы, можно оценить минимальное количество районов (стратифицированная выборка) при требуемом размере выборки (простая случайная выборка), которое гарантирует определенную погрешность оценки. Однако, когда собираемые методом краудсорсинга данные поступают от иницилируемых пользователями тестов или в результате пассивного сбора данных, предварительное планирование невозможно, что приводит к отсутствию измерений и/или их слишком малому количеству (ниже уровня достоверности 95%) в некоторых районах и/или к слишком высокой концентрации измерений – в других. Следовательно, необходимы статистические инструменты для вычисления погрешности оценки по группе выборок, когда планирование невозможно.

В этом случае формулы также можно использовать в обратном направлении; по некоторому количеству районов с выборками можно вычислить погрешность оценки для города. Подход состоит в присвоении разных весовых коэффициентов слабонаселенным/густонаселенным районам, чтобы результаты учитывали разное количество измерений, производимых в каждом районе.

Таким образом, учитывая проблемы, связанные с географическим распределением выборок методом краудсорсинга, если агрегировать результаты по городу/региону, то необходимо провести статистический анализ, например, чтобы понять надежность выборок, исходя из связанной с ними погрешности оценки и уровня достоверности.

7.3.2 Обработка данных

В этом пункте изложены соображения по правильной обработке данных для проведения достоверного анализа.

Наборы данных различаются в зависимости от способа их сбора. Цели анализа также различаются. По этим причинам нельзя выработать единую процедуру. Однако будет полезно рассмотреть виды этапов обработки и несколько примеров каждого из них.

Ниже приведены некоторые выявленные классы этапов обработки:

- фильтрация;
- категоризация;
- агрегирование.

Типичный метод обработки может состоять из набора этапов фильтрации, за которым следует набор этапов категоризации, а затем окончательное агрегирование; однако сами этапы в пределах разных классов также могут чередоваться.

7.3.2.1 Фильтрация

Процессы фильтрации можно использовать для удаления избыточных, ненадежных или нерелевантных данных, которые следует немедленно исключить из анализа. Примерами таких данных являются:

- дубликаты данных;
- данные, собранные вне исследуемого периода выборки, или данные без действительной метки времени;
- данные, выходящие за пределы исследуемых географических границ, или данные, в которых не указано местоположение.

В зависимости от сценария использования могут потребоваться дополнительные фильтры. Так, для активных тестов может быть целесообразно исключить тесты, в которых операционная система устройства или пользовательские настройки могут препятствовать доступу к сети или ограничивать его – например, когда включен режим энергосбережения или режим полета или когда пользователь вручную запретил передачу данных.

7.3.2.1.1 Фильтрация аномального поведения при тестировании

Еще одна цель фильтрации заслуживает отдельного обсуждения. Как упоминалось в пункте 7.2.1, злоумышленники могут попытаться повлиять на результаты, например намеренно выполняя тесты в тех пространственно-временных точках, в которых, как им известно, будут получены благоприятные или, наоборот, неудовлетворительные результаты тестирования. Такие данные можно изолировать путем выявления устройств с необычными схемами тестирования, например устройств, выполняющих большое количество тестов или выдающих нетипичные результаты.

В этих случаях могут применяться автоматические методы, однако попытки повлиять на данные могут быть изменены, чтобы обойти фильтры, так что требуется адаптивный анализ. В частности, когда публикуются частые и подробные публичные отчеты о результатах тестирования методом краудсорсинга, пользователи могут определить, успешны ли их попытки повлиять на результаты и в какой степени. Если пользователь видит, что его попытки отфильтровываются, он может изменить стратегию. В случае длительных или продолжающихся кампаний краудсорсинга с публичной отчетностью вполне реально ожидать, что по мере обнаружения контрмер необходимо будет постоянно разрабатывать новые меры.

Аномальное поведение при тестировании не всегда направлено на оказание влияния на совокупные результаты. Пользователи могут преследовать свои личные цели по использованию приложений краудсорсинга, что приводит к необычным моделям данных. Например, чтобы освободиться от обязательств по контракту, пользователь может выбрать в своем доме места, где данные передаются очень медленно, запустить тесты и сделать снимки экрана. Другая крайность – он может захотеть похвастаться в социальных сетях скоростью передачи данных, для чего будет проводить тестирование в тех местах, где сеть работает лучше всего.

Такие случаи можно отфильтровать, задав пользователям вопрос о мотивах их участия в тестировании в рамках проекта краудсорсинга (см. пункт 7.2.1). Чтобы стимулировать активное участие, рекомендуется сделать такой опрос простым, кратким и необязательным (разместив соответствующий вопрос так, чтобы многие пользователи увидели его и ответили на него: "Начните тест с рассказа о том, почему вы выполняете его сегодня") и предотвратить сокращение количества участников, которого можно ожидать, если опрос будет обязательным предварительным условием участия в тестировании. Даже если большинство пользователей не ответит на этот вопрос, при получении достаточного количества ответов их можно использовать в качестве обучающего набора для определения мотивации пользователей в целом.

7.3.2.2 Категоризация

Категоризация – это процесс улучшения или исправления данных для их подготовки к дальнейшей обработке. К потенциально полезным шагам категоризации относятся:

- **сопоставление идентификаторов сети:** сети подвижной связи иногда могут распространять разные имена сети или работать с несколькими кодами сети подвижной связи (MNC). В этом случае может помочь их сопоставление с каноническим идентификатором и именем сети.

Следует отметить, что особое внимание необходимо уделять случаям, когда код страны в системе подвижной связи (МСС) SIM-карты представляет страну, отличную от страны, указываемой МСС подключенной сети; в зависимости от выполняемого анализа может быть целесообразно удалить эти результаты международного роуминга;

- **корректировка времени измерения:** поскольку в устройствах конечного пользователя время может регулироваться вручную, сообщаемое устройством время может оказаться ненадежным. В тех случаях, когда метка времени устройства в переданных данных значительно отличается от надежного значения, полученного от сервера сбора данных, ее можно исправить;
- **геокодирование:** координатам местоположения в виде широты и долготы могут быть присвоены идентификаторы местоположения с использованием иерархического пространственного индекса или специального набора многоугольников, представляющих, например, города и провинции.

7.3.2.3 Агрегирование

К набору отдельных результатов тестирования применяются процедуры агрегирования. Обычно эти результаты подвергаются фильтрации и категоризации и используются для получения окончательной сводной статистики.

Выбранный способ агрегирования в значительной мере зависит от анализа. Факторы, которые следует учитывать:

- следует ли сначала агрегировать результаты до уровня пользовательских устройств, а затем вычислять их среднее значение. Эта стратегия "один пользователь – один голос", как правило, предотвращает чрезмерное влияние на результаты со стороны устройств пользователей, которые сообщают о большем количестве выборок данных;
- требуется ли повторное взвешивание данных на каком-либо другом уровне – географическом или временном.

По этому второму вопросу в Дополнении I приведен пример того, как выборка с географической стратификацией может применяться в контексте услуг подвижной связи.

Следует отметить, что все структуры, участвующие в сборе и обработке данных, то есть поставщики, операторы и регуляторные органы, должны соблюдать соответствующее законодательство о защите данных. Это касается обработки данных, потому что для агрегирования часто требуются уникальные идентификаторы устройств пользователей, а в некоторых правовых системах присутствие такой информации вместе с данными о местоположении относят к персональным данным.

8 Сценарии организации сбора данных

Как упоминалось выше, способы сбора данных методом краудсорсинга можно разделить на активный и пассивный, а также на иницируемый конечным пользователем и автоматический. Помимо решения краудсорсинга, существуют другие варианты конфигурации при реализации сбора данных по QoS, основанного на методе краудсорсинга. В этом смысле необходимо определить два основных вопроса, касающихся сценария организации сбора данных: i) устройство, в которое будет встроено решение краудсорсинга, и ii) точка в сети, где будет размещен сервер тестирования. Важно подчеркнуть, что для решений пассивного сбора данных методом краудсорсинга сервер тестирования не требуется, поскольку искусственный трафик или тестовая полезная нагрузка не создаются. Тесты, иницируемые конечными пользователями или автоматически, имеют определенные особенности, которые также необходимо учитывать при определении сценария.

Эти определения должны делаться с учетом компромиссов, связанных с целями оценки QoS. В этом разделе дополнительно анализируются характеристики различных сценариев организации сбора данных методом краудсорсинга в сетях фиксированной и подвижной широкополосной связи.

8.1 Устройство сбора данных

Сбор данных методом краудсорсинга может осуществляться в устройствах разного типа, распределенных по разным элементам процесса предоставления услуг, что объясняется в модели сквозного QoS, приведенной в [ITU-T E.800], которая показана на рисунке 3.

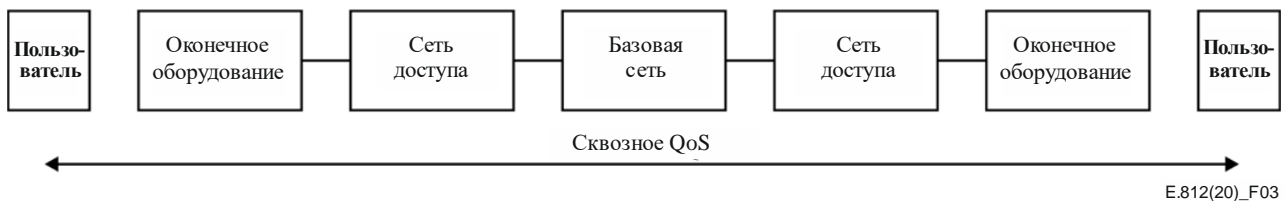


Рисунок 3 – Модель оценки сквозного QoS [ITU-T E.800]

ПРИМЕЧАНИЕ. – В [ITU-T E.800] говорится, что конфигурация, показанная выше, относится к обычному обслуживанию при наличии пользователей на каждом конце соединения. В настоящей Рекомендации термин "конечный пользователь" применяется для обозначения пользователя, показанного на рисунке 3.

Таким образом, при оценке сквозного QoS решение для сбора данных должно быть размещено в оконечном оборудовании конечного пользователя.

Для сетей фиксированной широкополосной связи это означает, что решение краудсорсинга встроено в оборудование в помещении пользователя (CPE) или в устройство конечного пользователя (такое как мобильное устройство, персональный компьютер, интеллектуальный телевизор и т. д.). Для сетей подвижной связи решение размещается в мобильных устройствах. Размещение решения в устройствах сопряжено с такими проблемами, как переменные параметры среды типа мощности сигнала Wi-Fi в месте проведения теста, которые влияют на собираемые результаты.

Решениями, размещаемыми в мобильных устройствах, могут быть, например, приложения для оценки качества работы, которые обычно предоставляются специализированными поставщиками. С другой стороны, решение может быть встроено в конкретное приложение, такое как приложение оператора для обслуживания клиентов (когда оператор создает собственное решение) или сторонние приложения, такие как социальные сети, игры и фоторедакторы.

Решениями, размещаемыми в персональных компьютерах, могут быть веб-страницы, к которым конечные пользователи должны обращаться для тестирования, или фоновые приложения, которые запускаются в веб-браузере или в специальных приложениях.

В частности, в сценариях фиксированной широкополосной связи, когда решение краудсорсинга размещено в устройствах конечных пользователей, оцениваемое QoS связано с этим устройством, так что существуют ограничения в отношении технических характеристик устройства и технологии подключения (например, Wi-Fi или Ethernet). С другой стороны, если решение встроено непосредственно в CPE, то информация QoS отражает предоставляемую услугу в общей перспективе.

8.2 Размещение сервера тестирования

Серверы, используемые для проведения активных тестов, оказывают существенное влияние на результаты, поэтому их следует тщательно выбирать. Хорошей отправной точкой является рассмотрение типов размещения сервера и неполный обзор широко используемых вариантов размещения, перечисленных в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение вариантов размещения сервера тестирования

Тип размещения сервера	Характеристики	Типовые услуги
Сетевая точка присутствия (PoP)	Серверы размещаются в сетевой инфраструктуре поставщиков услуг или подключенной организации (например, университетов, частных предприятий или государственных учреждений), чтобы они находились ближе к конечному пользователю. Размещенные таким образом серверы тестирования предназначены для проверки пропускной способности сети доступа.	Размещение: – файлов; – веб-сайтов

Таблица 2 (окончание)

Тип размещения сервера	Характеристики	Типовые услуги
Сеть доставки контента (CDN)	Ресурсы контента обычно распределяются по сотням или тысячам узлов в интернете и предназначены для обслуживания контента. CDN – это форма бессерверных вычислений, которая может иметь несколько уровней, при этом часто используемый контент кешируется во многих пограничных узлах. Некоторые CDN позволяют создавать определенные приложения, которые можно использовать для выполнения тестов.	Распространение: – видео- и аудиоданных по требованию; – двоичных файлов, мобильных приложений; – контента веб-сайтов (изображений, текста, файлов JavaScript и т. д.)
Службы облачных вычислений	Вычислительные ресурсы обычно распределяются по нескольким десяткам мест в интернете и предназначены для поддержки широкого спектра услуг, требующих масштабируемых вычислительных ресурсов. К этому типу размещения серверов также относятся модели периферийных вычислений, в которых используются меньшие серверы в гораздо большем количестве мест, как правило, для приложений, требующих меньшей задержки.	Размещение: – облачных приложений; – баз данных; – игровых механизмов; – ОТТ-видеовызовов, групповых голосовых ОТТ-вызовов; – услуг IoT (периферийные вычисления); – облачных игр (периферийные вычисления)

Кроме того, возможность подключения конечного пользователя к серверу (серверам) тестирования также влияет на измеряемые характеристики. Серверы тестирования могут размещаться в сети оператора или вне этой сети. Сравнение типов доступа к серверам приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение типов доступа к серверам

Тип доступа к серверам	Типы размещения серверов	Характеристики
Внутрисетевой	<ul style="list-style-type: none"> – Поставщик услуг конечного пользователя – Серверы кеширования CDN – Серверы кеширования периферийных вычислений служб облачных вычислений 	Полезно для определения показателей сети доступа либо популярных или часто используемых услуг
Внесетевой	<ul style="list-style-type: none"> – Подключенная организация (например, университеты, частные предприятия или государственные учреждения) – Поставщики услуг, кроме поставщика услуг конечного пользователя – CDN – Службы облачных вычислений 	Полезно для определения показателей всех типов сетевых служб и местоположений, популярных или нет

Профиль сети и услуг передачи данных, доступных конечному пользователю в данной сети, указывает, в какой пропорции следует применять измерения к внутрисетевым и внесетевым серверам. Регуляторные органы могут выбирать профили данных сети в соответствии со своими потребностями. В тех случаях, когда имеется несколько серверов тестирования, могут существовать возможности автоматического или ручного выбора сервера тестирования. При автоматическом выборе сервера (серверов) тестирования одна из возможностей состоит в том, чтобы выбрать сервер (серверы), ближайший к конечному пользователю, что обеспечит охват меньшего количества сетевых сегментов и позволит точнее измерить сеть доступа. С другой стороны, ручной выбор сервера позволяет измерить параметры доступа для данной организации.

Очевидно, что распределение серверов для репрезентативного измерения качества обслуживания варьируется в зависимости от измеряемой услуги. Как упоминалось в предыдущих разделах, могут быть разработаны разные активные тесты для различных услуг. В отношении серверов это может означать, что тест услуг видео по требованию будет передавать данные из CDN, используемой популярными видеослужбами, а тест многопользовательской игры – взаимодействовать с облачным сервером, обычно используемым игровыми механизмами.

При рассмотрении CDN в качестве серверов тестирования следует отметить еще два момента.

- Популярный контент может кешироваться ближе к конечным пользователям, чем менее популярный. Таким образом, активный тест может сначала загрузить файл, кешированный только на нескольких узлах CDN, а после многократного выполнения теста этот файл может распространиться на большее количество узлов и начнет загружаться быстрее. Этих изменений можно избежать, если для любого нового решения краудсорсинга предусмотреть период "разогрева".
- Тесты динамического распределения адресов протокола интернет (IP) и защищенного протокола передачи гипертекста (HTTPS) более устойчивы к нечестному обращению операторов сетей подвижной связи с тестовым трафиком. Например, если при тестировании потоковой передачи видеоизображения используется статический IP-адрес, известный операторам сети, то оператор, замедляющий видеотрафик, может исключить замедление только для этого теста, а использование HTTPS и статических IP-адресов значительно усложняет эту задачу.

Для измерения сквозного QoS может быть недостаточно тестирования на серверах, размещенных в каком-либо нейтральном месте (например, в пунктах обмена трафиком интернета (IXP)), поскольку большая часть сетевого трафика может миновать этот маршрут. При таком подходе к измерению сквозного QoS могут появляться факторы, выходящие за рамки прямого контроля операторов сети подвижной связи. В примере, приведенном в предыдущем абзаце, ближайшие серверы, используемые для популярных мобильных онлайн-игр, могут находиться в другой стране, поэтому на измеренное QoS будет влиять качество международных линий связи (и расстояние, которое они покрывают).

В заключение ввиду большого разнообразия услуг, доступных конечным пользователям, и соответствующего разнообразия конечных точек этих услуг рекомендуется сосредоточить внимание на нескольких основных услугах, особенно популярных и требующих хорошей сквозной эффективности. Для этих услуг можно разработать специальные измерения в целях оценки их сквозного QoS. Это предполагает выбор распределения серверов (или набора распределений серверов), точно соответствующего тому, которое используется реальным трафиком для данной услуги.

9 Дополнительные руководящие указания для регуляторных органов

В данном разделе приведены дополнительные руководящие указания для регуляторных органов, предполагающих использовать измерения QoS на основе метода краудсорсинга.

Регуляторный орган может осуществлять сбор данных самостоятельно, потребовать, чтобы данные предоставляли операторы, или использовать стороннее решение (решения) в соответствии с руководящими указаниями, изложенными в настоящей Рекомендации.

Для интерпретации и обеспечения сопоставимости результатов необходимо правильно определить и использовать общую методику.

Чтобы гарантировать нейтральность и сопоставимость результатов, регуляторным органам рекомендуется:

- a) определить правила, обеспечивающие прозрачность описания выбранной методики получения выборок, показатели QoS и способ их расчета, а также правила обработки данных;
- b) убедиться в отсутствии какого бы то ни было вмешательства в результаты сбора данных, например настроив инструменты краудсорсинга для передачи нефильтрованных данных, предпочтительно в режиме реального времени, на центральную платформу и отслеживая любые модели тестирования, указывающие на попытки манипулирования использованием инструмента краудсорсинга;
- c) выполнить проверку соответствия требованиям и установленной методике тестирования;
- d) требовать от поставщиков данных информирования регуляторного органа об изменениях в методике (включая настройки, способ получения выборок и сбор данных) для проверки.

При использовании решений краудсорсинга, реализуемых операторами, для обеспечения сопоставимости результатов регуляторный орган может принять решение о применении процесса утверждения или проверки, который может включать проверку решения для выбранных сценариев настройки.

Процедуры проверки могут использоваться для обеспечения надежного сравнения результатов между операторами и/или регионами. В этом смысле цель проверки – оценить решение для сбора данных и его способность создавать выборки с определенной степенью точности в соответствии с установленными требованиями, такими как технические стандарты, а также методика получения выборок, обработки данных и тестирования для сбора данных.

Регуляторный орган может потребовать, чтобы поставщик услуг или тестов предоставил руководство по эксплуатации, содержащее используемую методику тестирования, сценарии настройки тестов, технические характеристики собранных данных или измеренных показателей, а также используемые методы обработки данных.

Если имеется информация, которую нельзя получить путем сбора данных самим регуляторным органом, или информация, срок действия которой может истечь, регуляторные органы могут потребовать от операторов предоставлять ее на регуляторной основе.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В число сведений, отсутствующих в СРЕ, в случае фиксированной широкополосной связи может входить некоторая контрактная информация конечных пользователей (включая максимальную, минимальную или гарантированную скорость передачи данных), а также информация о моделях устройств, поддерживающих технические стандарты, необходимые для выполнения измерений.

Дополнение I

Числовой пример метода стратифицированной выборки для службы подвижной связи

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

В данном Дополнении приведен числовой пример, иллюстрирующий формулы выборки в соответствии с методикой, описанной в Приложении А к [ITU-T E.806], для оценки географической репрезентативности данных, собранных методом краудсорсинга для службы подвижной связи.

Предположим, что необходимо опубликовать результаты измерения средней скорости загрузки/выгрузки данных для каждого города; это означает, что для получения показателей будут использоваться данные, собранные методом краудсорсинга. При использовании таких данных в службе подвижной связи важно говорить о погрешности пространственной оценки выборок. Другими словами, речь идет о том, насколько репрезентативны эти выборки для географических регионов. Поскольку контроль за географическим происхождением выборок отсутствует, можно оценить статистическую пространственную репрезентативность.

Для этого каждый город сначала делится на районы (бины) размером 100 м × 100 м (размер районов может варьировать и определяется в зависимости от размера городов и т. д.). Для образования районов можно использовать несколько подходов, включая программу Geohash.

Для определения степени географической/пространственной репрезентативности выборок районы можно распределить по категориям (стратам). Важным аспектом стратификации является то, что элементы каждой категории должны иметь общие характеристики и могут отличаться от других категорий.

Так, в этом примере первым шагом стратифицированной выборки является выбор критерия для построения страт, за которым следует классификация районов в соответствии с этим критерием. Выбранный критерий – распределение населения. Однако в исследовании может использоваться и другая важная переменная, такая как плотность пользователей, плотность устройств и т. д.

Ниже приведен пример использования критериев плотности населения для определения страт:

Количество страт	Диапазон	Количество районов
1	Плотность населения <= 2000	193 760
2	2000 < плотность населения <= 4000	260 766
3	4000 < плотность населения <= 6000	213 436
4	Плотность населения <= 8000	306 937
		974 899

Когда районы классифицированы, можно определить границу погрешности оценки (B) с использованием соответствующих описательных переменных каждой страты (например, медиана, стандартное отклонение и дисперсия скорости загрузки).

Наконец, можно получить общее количество районов, которое с определенной погрешностью оценки представляет область исследования (в данном случае город), по следующей формуле стратифицированной выборки (описанной в пункте А.1.1 [ITU-T E.806]):

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2} \quad D = \frac{B^2}{4},$$

где:

L : общее количество страт (групп, используемых для разделения страны; в случае классификации по городским и сельским группам $L = 2$);

σ_i : ожидаемое стандартное отклонение для страты i ;

N_i : количество географических областей в каждой страте (количество населенных пунктов, классифицированных как городские или сельские);

N : общее количество географических областей (общее количество населенных пунктов в стране);

$D = \frac{B^2}{4}$, где B – граница погрешности оценки:

$$n_i = n \left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i} \right) \quad i = 1, 2, 3,$$

где:

n_i : количество географических областей, которые должны быть охвачены измерениями в страте i (для $i = 1$ (городская) n_i – количество населенных пунктов городского типа, в которых должны проводиться измерения);

n : общее количество охваченных измерениями географических областей (количество охваченных измерениями городских и сельских населенных пунктов).

Страта	Диапазон	Количество районов	Медиана	Стандартное отклонение	Дисперсия
1	Плотность населения <= 2000	193 760	5,60	0,66	0,43
2	2000 < плотность населения <= 4000	260 766	5,67	0,43	0,18
3	4000 < плотность населения <= 6000	213 436	5,23	0,56	0,31
4	Плотность населения <= 8000	306 937	5,32	0,60	0,36
		974 899			

Следующим шагом после расчета общего количества районов, необходимых для получения статистической значимости города, будет получение минимального количества районов для представления каждой страты в городе.

Например, пусть граница погрешности оценки B выбрана равной 0,1. Эту переменную также можно получить из предыдущих результатов, или она может быть фиксированной в зависимости от допустимой величины погрешности. Следует иметь в виду, что формула чрезвычайно чувствительна к погрешности оценки, так что малая величина B приводит к выборке большого размера. Также можно изучить несколько сценариев, установив разные значения B .

Применяя формулу стратификации при $D = 0,0025$, получим $n = 124$ района (общее количество районов), которые затем распределяются по стратам (n_i – необходимое количество районов в каждой страте) с использованием второй формулы стратифицированной выборки, описанной в пункте А.1.1 Приложения А к [ITU-T E.806]:

$$n_i = n \left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i} \right) \quad i = 1, 2, 3.$$

Количество страт	Диапазон	n_i
1	Плотность населения <= 2000	29
2	2000 < плотность населения <= 4000	25
3	4000 < плотность населения <= 6000	27
4	Плотность населения <= 8000	42
		124

Таким образом, каждый город может быть охарактеризован как минимум n районами (распределенными в соответствии с n_i). Результаты измерения скорости загрузки (или другой исследуемой переменной) будут иметь погрешность оценки B . Конечно, можно выполнить и обратный

расчет. Поскольку данные, собранные методом краудсорсинга, известны заранее, по количеству районов с выборками в данном городе можно рассчитать погрешность оценки.

Важно отметить, что каждый район также можно считать действительным, если в нем содержится минимальное количество выборок. В этом случае для получения такого размера выборки с соответствующей погрешностью оценки можно использовать простую случайную выборку.

При планировании кампании тестирования можно использовать следующие три метода расчета размера выборки для страты: пропорциональное распределение, оптимальное распределение и смешанное распределение.

а) Пропорциональное распределение

При распределении, пропорциональном количеству элементов, частота выборки одинакова для всех страт:

$$f_h = \frac{n_h}{n} = \frac{N_h}{N}.$$

Другими словами, чем больше страта, тем больше выборка в этой страте.

Таким образом, данное распределение приводит к плану самовзвешенной выборки с одинаковым весом всех элементов $w_k = \frac{n}{N}$.

Это обеспечивает надежность результатов при одновременном анализе нескольких переменных. В отношении дисперсии простая случайная выборка, стратифицированная с использованием пропорционального распределения, эффективнее простой случайной выборки.

б) Оптимальное распределение

Оптимальное распределение, или распределение Неймана, оптимизирует точность оценки суммы этой искомой переменной на уровне всего населения.

Распределение Неймана предполагает, что в больших стратах и в стратах с высокой дисперсией предпочтительна более крупная выборка.

Пусть C – стоимость опроса:

$$C = \sum_{h=1}^H n_h \times c_h,$$

где n_h – размер страты h , а c_h – стоимость элемента страты h .

Тогда:

$$n_h = \frac{N_h \times S_h}{\sqrt{c_h}} \cdot \frac{C}{\sum_{h=1}^H N_h \cdot S_h \cdot \sqrt{c_h}},$$

где N_h – размер населения страты h , а S_h – дисперсия страты.

в) Смешанное распределение

Это допущение позволяет объединить преимущества двух предыдущих методов, что гарантирует надежность при низких затратах.

Причем:

$$n = \alpha n_{prop} + (1 - \alpha) n_{opti}.$$

Как правило, $\alpha = 1/2$.

Дополнение II

Сценарии использования метода краудсорсинга

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

II.1 Примеры возможных сценариев использования

Существует много возможностей использования сбора данных методом краудсорсинга в контексте измерений сквозного QoS. В их число, в частности, входят и те, что указаны в таблице II.1.

Таблица II.1 – Сферы применения сценариев использования метода краудсорсинга

<u>Сфера применения</u>	<u>Способ сбора данных методом краудсорсинга</u>	<u>Фиксированные/подвижные сети</u>
<u>Покрытие сети</u>	<u>Пассивный</u>	<u>Подвижные</u>
<u>Мониторинг эффективности и сравнительный анализ</u>	<u>Активный и пассивный</u>	<u>Фиксированные и подвижные</u>
<u>Проверка жалоб</u>	<u>Активный</u>	<u>Фиксированные и подвижные</u>
<u>Проверка соблюдения условий лицензии</u>	<u>Активный</u>	<u>Фиксированные и подвижные</u>
<u>Планирование сети</u>	<u>Активный и пассивный</u>	<u>Фиксированные и подвижные</u>
<u>Оптимизация сети</u>		

Как правило, при необходимости, измерение для вышеупомянутых сфер применения может быть выполнено в сочетании с другими доступными сетевыми информационными уровнями (например, полосы частот, местоположения базовых станций и т. д.). Приведенные ниже сценарии использования – это часть набора возможных выявленных сценариев использования сбора данных методом краудсорсинга, а также информация, заимствованная из [b-CrowdWhitepaper].

II.1.1 Покрытие подвижной сети

Следующие сценарии использования направлены на определение фактического покрытия подвижной сети как вне помещения, так и в помещении:

a) Вне помещения

- 1) При наличии достаточного количества собранных элементов данных (определяемого массовостью участия) для каждого оператора подвижной сети может быть составлена карта покрытия с высоким разрешением. Это поможет своевременно и эффективно обеспечить подробный обзор покрытия сети каждого оператора и позволит избежать дорогостоящего тестирования в условиях движения в автомобиле.
- 2) При наличии репрезентативных данных их можно использовать для проверки жалоб и определения проблемных зон в отношении сквозного QoS.
- 3) Показатель распределения пользователей для представляющих интерес географических зон. Поскольку собранные методом краудсорсинга данные для конкретной зоны будут иметь распределение выборок с большим количеством элементов данных, полученных от операторов с большим числом пользователей, их можно считать показателем распределения пользователей между операторами сети.

b) В помещении

- 1) Проверка жалоб внутри помещений.
- 2) Возможность зафиксировать и определить плохое покрытие в помещении с помощью показателей уровня сигнала, хотя проблемы с уровнем сигнала также повлияют на точность определения местоположения или могут полностью исключить покрытие (нижние этажи подземных гаражей).

- 3) Доступ в критически важные здания с ограниченным доступом, такие как больницы, государственные учреждения.
- 4) Показатель распределения пользователей для критически важных общественных мест и коммерческих районов. Поскольку собранные методом краудсорсинга данные для конкретной зоны будут иметь распределение выборок с большим количеством элементов данных, полученных от операторов с большим числом пользователей, их можно считать показателем распределения пользователей между операторами сети.

II.1.2 Мониторинг эффективности и сравнительный анализ

- a) Благодаря мониторингу KPI (как активному, так и пассивному) или взаимодействию с пользователями (например, отзывам пользователей после сеанса обслуживания) данные, собранные методом краудсорсинга, можно использовать для оценки тенденций в области эффективности на разных географических уровнях (муниципалитетов, городов, регионов и т. д.).
- b) Подробные (как по времени, так и по территории) данные, собранные методом краудсорсинга, которые касаются доступа к услугам и причин прерывания обслуживания, могут обеспечить надежное определение возможной основной причины проблем с качеством, с которыми сталкиваются конечные пользователи данной версии службы в заданное время и в заданном месте, и помогут быстро найти решение.
- c) Метод краудсорсинга в сочетании с взаимодействием с пользователями, таким как опросы, и другими источниками результатов измерений, такими как тесты в условиях движения в автомобиле, может обеспечить более надежное сравнение услуг операторов сети или поставщиков услуг с точки зрения QoS, чем использование только данных краудсорсинга.

II.1.3 Проверка жалоб

- a) Расширение возможностей конечных пользователей и реагирование на их жалобы на медленную работу интернета, плохую подвижную связь или ее полное отсутствие (особенно в районах с низкой плотностью населения), невозможность совершения вызовов, прерванные вызовы, отсутствие мобильного интернета (несмотря на наличие покрытия). Все это можно исследовать дополнительно и, возможно, проверить с использованием результатов сбора данных методом краудсорсинга.
- b) После подтверждения проблем, указанных в жалобе, данные, собранные методом краудсорсинга, также могут оказаться полезными для их квалификации и предложения доступных решений.

II.1.4 Проверка соблюдения условий лицензии

В обязательства оператора по обеспечению покрытия подвижной связью могут входить обязательства по развертыванию сети, такие как доля населения или территории, охваченная услугами подвижной связи в определенные сроки. Такие обязательства могут вытекать из лицензии оператора или условий аукциона спектра. При наличии достаточного количества элементов данных данные, собранные методом краудсорсинга, можно использовать для мониторинга соблюдения обязательства по развертыванию сети в плане как инфраструктуры, так и спектра. Другим примером может служить ситуация, когда оператор фиксированной сети берет на себя обязательство гарантировать конечным пользователям набор минимальных параметров QoS. Данные, собранные методом краудсорсинга, можно использовать для отслеживания эффективности таких параметров.

II.1.5 Планирование сети

Согласно [b-CrowdWhitepaper] и данным поставщика инструментов планирования и тестирования сети, типичными сценариями использования краудсорсинга при планировании сети являются описанные ниже.

- a) Расширение сети и/или внедрение новых технологий. В этом случае данные, собранные методом краудсорсинга, также можно использовать для отображения деятельности людей (с точки зрения мобильности), наблюдая за тем, как меняется распределение пользователей с течением времени. Выявление областей с высокой интенсивностью использования данных и/или высокой плотностью пользователей помогает выбрать оптимальные местоположение и плотность размещения узлов сети;

- b) Создание и настройка моделей распространения радиоволн в сочетании с топографическими и геолокационными данными. В этом случае данные, собранные методом краудсорсинга, должны содержать результаты измерения радиочастотных (РЧ) характеристик, таких как уровень сигнала, качество сигнала, использование частот или полосы частот и др. Кроме того, данные, собранные методом краудсорсинга, которые используются для этой цели, должны быть точными, непредвзятыми, без искажений, которые могут возникнуть при сборе данных, и очень подробными (руководящие указания по требованиям к сбору данных, таким как формирование выборки, планирование, фильтрация, категоризация и агрегирование, приведены в пункте 7.3);
- c) Оптимизация моделей трафика, используемых при планировании;
- d) Повышенная рентабельность за счет оптимизации качества (покрытие, задержка и пропускная способность), способствующая окупаемости инвестиций (RoI).

II.1.6 Оптимизация сети

При использовании данных, собранных методом краудсорсинга, для оптимизации сети требуется высокая точность и степень детализации данных. Если это обеспечено в достаточной мере, то такие данные могут поддерживать следующие сценарии использования:

- a) на регулярной, обычно ежедневной основе отслеживание тенденций (даже слабых сигналов, не различимых средствами контроля за сетью) в области использования и качества услуг, предоставляемых по контролируемой сети, чтобы планировать усовершенствования, такие как повышение пропускной способности в нужном месте и в нужное время;
- b) установление основных причин проблем в сети: данные, собранные методом краудсорсинга, можно использовать для обнаружения географических проблем сети, связанных с прерыванием услуг, покрытием, пропускной способностью и/или емкостью;
- c) специальный сбор данных методом краудсорсинга для решения конкретной задачи (например, по географической зоне, группе пользователей с мобильными устройствами одной и той же модели) для скорейшего обнаружения и устранения определенных проблем;
- d) оптимизация и/или замена слепого (выборочного) и сплошного (повсеместного) тестирования в условиях движения в автомобиле на целенаправленное тестирование по требованию (в то время и в том месте, где возникла проблема);
- e) визуализация использования емкости услуг подвижной связи путем отображения плотности конечных пользователей внутри помещения;
- f) контроль эффективности решений по оптимизации сети после развертывания.

II.2 Примеры показателей QoS и расчет решений краудсорсинга

Примеры показателей QoS, полученных с помощью метода краудсорсинга, и их характеристики представлены в таблице II.2. Показатели можно агрегировать отдельно по разным технологиям, операторам, регионам и периодам времени.

Важно подчеркнуть, что в выводах, основанных на результатах измерения этих показателей, необходимо учитывать тип решения и сценарий настройки.

Таблица II.2 – Примеры показателей QoS

<u>Показатель</u>		<u>Описание</u>	<u>Услуга</u>	<u>Наблюдение</u>
<u>Скорость загрузки и выгрузки</u>	<u>Соблюдение оговоренной в контракте скорости (загрузки и выгрузки данных)</u>	<u>Процент тестов, в которых измеренная скорость достигла оговоренной в контракте скорости, рассчитанной для линий вниз и вверх.</u>	<u>Фиксированная связь</u>	<u>Этот показатель можно получить только при наличии информации об оговоренной в контракте скорости передачи данных. Более подходящие результаты дают решения, использующие в качестве устройства CPE, поскольку на тест не влияют ограничения, связанные с соединением Wi-Fi.</u>

Таблица П.2 (окончание)

<u>Показатель</u>		<u>Описание</u>	<u>Услуга</u>	<u>Наблюдение</u>
	<u>Соблюдение минимальной скорости (загрузки и выгрузки)</u>	<u>Процент тестов, в которых измеренная скорость передачи данных достигла минимального уровня, установленного для каждой технологии (3G, 4G) и рассчитанного для линий вниз и вверх.</u>	<u>Подвижная связь</u>	<u>Этот показатель можно получить только при наличии информации об оговоренной в контракте скорости передачи данных.</u>
	<u>Типичная скорость (загрузки и выгрузки)</u>	<u>Центральная тенденция в результате серии тестов скорости передачи данных, рассчитанная для линий вниз и вверх.</u>	<u>Фиксированная и подвижная связь</u>	<u>В расчетах могут применяться средние или медианные статистические данные в зависимости от статистического поведения данных.</u>
<u>Задержка</u>		<u>Время передачи в прямом и обратном направлениях в серии тестов на задержку (передача пакетов UDP).</u>	<u>Фиксированная и подвижная связь</u>	<u>В расчетах могут применяться средние или медианные статистические данные в зависимости от статистического поведения данных.</u>
<u>Дрожание</u>		<u>Колебания времени передачи в прямом и обратном направлениях в серии тестов на задержку (передача пакетов UDP).</u>	<u>Фиксированная и подвижная связь</u>	<u>При вычислении в качестве сводной статистики можно применять диапазон значений или значения в нижнем и верхнем процентилях в зависимости от статистического поведения данных.</u>
<u>Потеря пакетов</u>		<u>Доля пакетов протокола дейтаграмм пользователя (UDP), потерянных во время серии тестов на задержку (передача пакетов UDP).</u>	<u>Фиксированная и подвижная связь</u>	<u>В расчетах могут применяться средние или медианные статистические данные в зависимости от статистического поведения данных.</u>
<u>Технология подвижного доступа (3G, 4G, 5G и др.)</u>		<u>Элементы данных, полученные с использованием различных технологий подвижного доступа.</u>	<u>Подвижная связь</u>	<u>При расчете можно применять процентное соотношение различных технологий доступа.</u>

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В дополнение к средним и медианным показателям для различных групп, представленных в предыдущей таблице, также можно вычислить показатели в 10-м (нижнем) и 90-м (верхнем) процентилях, чтобы получить информацию о наихудших и наилучших результатах.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В качестве дополнительных показателей при сравнении результатов из разных регионов и от разных операторов также можно использовать соответствие установленным показателям минимальной задержки, дрожания и потери пакетов.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Доступ к подробной информации, такой как распределение по времени, поможет дополнить средние значения некоторых совокупных показателей, таких как потеря пакетов, дрожание и скорость передачи данных. Например, сеанс с низким средним уровнем потери пакетов при высокой степени концентрации потерянных пакетов может хуже восприниматься пользователями, чем сеанс с более высоким средним уровнем потери пакетов при ее равномерном распределении.

П.3 Примеры правил фильтрации данных

Один из основных аспектов оценки QoS с использованием метода краудсорсинга заключается в проверке собранных данных и применении заранее определенных критериев для утверждения или отклонения записей данных.

Примеры таких критериев, называемых также правилами отбраковки, приведены в таблице П.3.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Руководящие принципы обработки данных, такой как фильтрация, категоризация и агрегирование, представлены в пункте 7.3.2.

Таблица П.3. – Примеры правил фильтрации данных

<u>Выявленная ситуация</u>	<u>Описание</u>	<u>Наблюдения</u>
<u>Дубликаты</u>	<u>Записи, соответствующие одному и тому же времени и устройству.</u>	
<u>Сбой измерения</u>	<u>Поле флага сбоя, указывающего на сбой при проведении теста.</u>	
<u>Изменение условий измерения</u>	<u>Существенное изменение типа сети или интерфейса (переключение между сотовой связью и Wi-Fi или между разными технологиями сотовой связи) во время активных тестов, выполняемых не мгновенно, например тестов загрузки.</u>	<u>Применяется для анализа в целях измерения качества при особом сценарии, например только для мобильных устройств или только для Wi-Fi. Однако эти тесты подходят и могут использоваться для некоторых видов анализа.</u>
<u>Паритет загрузки и выгрузки</u>	<u>Тесты, которые дают результаты только для загрузки или выгрузки данных.</u>	<u>Применяются только к решениям, в которых каждому тесту загрузки соответствует парный тест выгрузки данных.</u>
<u>Идентификация сервера тестирования</u>	<u>Сервер тестирования не входит в группу принятых серверов.</u>	<u>Применяется только для активных тестов в том случае, когда серверы тестирования определены заранее. Например, если в стратегию измерения не входит международный трафик, то тесты на серверах, расположенных за пределами страны, должны быть исключены. А также, если целью является измерение качества работы ПУИ внутри сети, необходимо исключить тесты с использованием сервера, расположенного за пределами сети ПУИ.</u>
<u>Превышение максимального количества измерений во временном окне</u>	<u>Когда количество измерений превышает максимально допустимое.</u>	<u>Для автоматических тестов также можно установить максимальное количество тестов во избежание сбора данных этого типа. Как вариант, эти данные могут допускаться в конвейер при условии, что процесс статистического агрегирования предотвращает чрезмерное влияние таких показаний на результаты. Например, этого можно достичь путем предварительного агрегирования перед окончательным расчетом в группах, объединяющих устройства по времени.</u>
<u>Данные за пределами сферы рассмотрения по местоположению и периоду времени</u>	<u>Тесты, соответствующие диапазонам местоположений и/или периоду времени, выходящим за рамки желаемой сферы рассмотрения.</u>	

Таблица П.3 (окончание)

<u>Выявленная ситуация</u>	<u>Описание</u>	<u>Наблюдения</u>
<u>Недопустимые или неполные значения полей</u>	<u>Тесты, содержащие неполные или недопустимые значения полей, необходимых для расчета показателей (таких, как местоположение, уровень заряда батареи, идентификатор устройства).</u>	<u>Приемлемые правила для полей данных должны быть определены заранее.</u>
<u>Противоречивые результаты полей</u>	<u>Результаты, содержащие противоречивую информацию в разных полях.</u>	
<u>Низкий уровень заряда батареи</u>	<u>Результаты получены от устройств с низким уровнем заряда батареи или с зарядом батареи ниже допустимых пределов.</u>	<u>Применяется в решениях, встроенных в устройство конечного пользователя. Для автоматических тестов также можно сделать это условием незапуска теста.</u>
<u>Низкий уровень сигнала</u>	<u>Результаты, полученные от устройств в условиях низкого уровня сигнала.</u>	<u>Применяется для решений, встроенных в устройство конечного пользователя, и беспроводных соединений (в подвижных сетях или Wi-Fi). Для автоматических тестов также можно сделать это условием незапуска теста. Однако для некоторых видов анализа эти тесты подходят и могут использоваться.</u>
<u>Параллельный трафик</u>	<u>Результаты искажены параллельным трафиком на устройстве.</u>	<u>Относится только к активным тестам. Для автоматических тестов также можно сделать это условием незапуска теста.</u>

Кроме того, при оценке соответствия результатов оговоренным в контракте (договоре) уровням (например, первого показателя из таблицы I.2), расчету показателей в заданном регионе/в заданный период времени может помочь следующий список критериев фильтрации:

- IP-адрес устройства не соответствует пулу IP-адресов предполагаемого оператора;
- в оговоренные в абонентском договоре уровни внесены изменения;
- абонентский договор расторгнут;
- изменился адрес абонента;
- не удалось найти информацию об абонентском договоре.

Дополнение III

Практические подходы к краудсорсингу в сетях фиксированной широкополосной связи

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

При краудсорсинге в сетях фиксированной связи регуляторные органы и операторы сталкиваются с проблемами, отличающимися от тех, которые возникают в среде сетей подвижной связи. В данном Дополнении предлагаются подходы, которые можно использовать для реализации решений краудсорсинга в сетях фиксированной связи.

III.1 Стандарты сбора данных с устройств CPE

При определении решения, предназначенного для устройств CPE в случае использования метода краудсорсинга в сетях фиксированной широкополосной связи, можно рассмотреть три стандарта:

- i) Технический отчет 069 Форума по широкополосному доступу [b-BBF TR-069] "Протокол управления CPE WAN";
- ii) Технический отчет 143 Форума по широкополосному доступу [b-BBF TR-143] "Обеспечение возможности проведения тестов показателей качества и статистического мониторинга пропускной способности сети";
- iii) Технический отчет 471 Форума по широкополосному доступу [b-BBF TR-471] "Показатели максимальной пропускной способности уровня IP, соответствующие показатели и измерения".

TR-069 – это протокол прикладного уровня для связи между оборудованием конечного пользователя и центральными контроллерами поставщика услуг, который обеспечивает стандартизированную процедуру дистанционного управления оборудованием в помещении пользователя (CPE). Этот протокол поддерживает такие функции, как автоматическое конфигурирование, управление образами программного или микропрограммного обеспечения, управление программными модулями и состояние. Включенные в протокол механизмы идентификации позволяют обеспечивать работу CPE на основе либо требований конкретного CPE, либо общих критериев, таких как поставщик CPE, модель устройства и версия программного обеспечения.

Архитектура TR-069 позволяет управлять устройствами с помощью CPE как на уровне шлюза пользователя, так и с помощью устройств, расположенных в его офисной/домашней сети.

Изначально TR-143 предназначался для операторов как инструмент, позволяющий непрерывно контролировать качество работы сети, предотвращая возникновение проблем и диагностируя их, когда они возникают. В этом Техническом отчете приведены определения объектов модели данных CPE для тестов пропускной способности и мониторинга данных в IP-интерфейсе CPE с использованием механизма диагностики, определенного в TR-069.

В контексте стандарта TR-143 активный мониторинг определен как "активная передача или прием данных в ходе управляемого теста". В этом смысле проводимые тесты ориентированы на сетевой уровень и не зависят от базовой сети доступа. Кроме того, они могут поддерживать диагностику, инициируемую как сетью, так и CPE. TR-471 – это последняя по времени разработка Форума по широкополосному доступу (BBF) в категории активного мониторинга и измерений, в которой усовершенствованы методы оценки высокоскоростного доступа в интернет, определенные в TR-143. TR-471 включает руководство по развертыванию в BBF IP Edge и CPE, а дополнительная разработка BBF добавляет необходимую модель данных для настройки и управления измерениями TR-471.

В протоколах также содержатся инструменты для управления зависящими от CPE компонентами вспомогательных приложений или услуг, для контроля которых необходим дополнительный уровень безопасности, например приложений или услуг, связанных с платежами.

В контексте использования краудсорсинга для оценки сетей фиксированной широкополосной связи для сбора данных и получения показателей QoS можно применять протоколы, определенные в стандартах TR-069, TR-143 и TR-471. Такой подход позволяет использовать существующее CPE в

качестве устройств тестирования. Тем не менее могут применяться рекомендации по сбору данных методом краудсорсинга, включая выборку данных, планирование тестов и обработку данных.

Эти протоколы имеют, среди прочих, следующие преимущества и недостатки:

- преимущества:
 - тесты не зависят от базовой сети доступа;
 - механизм обеспечения работы допускает простое расширение для предоставления будущих услуг;
 - многие маршрутизаторы уже поддерживают стандарт TR-069 (более 1 млрд во всем мире), поэтому внедрение может быть эффективным и рентабельным;
 - при том что TR-069 в основном используется для операторов, некоторые поставщики оборудования уже имеют набор инструментов TR-069, который можно перепрофилировать для использования регуляторными органами;
- недостатки:
 - хотя протокол TR-069 широко распространен, старые маршрутизаторы могут не поддерживать его – это особенно важно учитывать в сельских районах;
 - с точки зрения регуляторного органа может быть сложно проводить кампании измерений на основе этих протоколов, поскольку для этого требуется тесное сотрудничество с операторами и поставщиками.

III.2 Инструменты измерения для конечных пользователей

Как регуляторные органы, так и операторы могут предлагать конечным пользователям инструменты измерения, например тесты скорости передачи данных. Такие инструменты могут быть доступны через веб-браузер или устанавливаться на компьютер или мобильное устройство. Мобильное устройство в этом случае должно подключаться через Wi-Fi к CPE, которое, в свою очередь, подключено к интернету с использованием технологии фиксированного доступа (такой как ADSL/оптоволокно и т. д.). Инструменты бывают иницилируемыми пользователем или автоматическими. Преимущество этого подхода заключается в том, что такие инструменты просты в применении, понятны конечным пользователям и могут мгновенно предоставлять информацию и помощь. В отличие от сценариев использования краудсорсинга в сетях подвижной связи на надежность измерений может влиять наличие беспроводной линии связи между клиентским устройством и CPE. В сценариях краудсорсинга эту проблему решают несколькими способами:

- запрет запуска теста по беспроводным линиям связи: это возможно только на компьютерах, в операционной системе которых установлен инструмент измерения скорости передачи данных, способный определить, подключен ли компьютер через Ethernet или по беспроводной сети;
- инструмент измерения на устройстве конечного пользователя подключается к специализированному интерфейсу прикладного программирования (API), присутствующему на CPE, для определения качества беспроводной линии связи и может информировать конечного пользователя, влияет ли беспроводная связь на тест. API на CPE также может предоставлять дополнительную информацию об использовании полосы пропускания другими устройствами, подключенными к тому же CPE. Эта информация полезна для корректировки результата измерения, чтобы компенсировать дополнительную пропускную способность, потребляемую другими устройствами, или полностью исключить результат измерения;
- инструмент измерения, исходно работающий на компьютере или мобильном устройстве, может оценивать локальную беспроводную линию связи между устройством и CPE на основе параметров, предоставляемых операционной системой, и выполнять дополнительные тесты для проверки измеренных значений пропускной способности. Дополнительные активные измерения с использованием протокола UDP для измерения, например, скорости передачи IP-пакетов могут оценивать пропускную способность Wi-Fi и информировать конечных пользователей, правильно ли результат теста отображает скорость работы их интернет-соединений.

Выбор способа предложения инструмента пользователям влияет на то, какие данные можно получить об устройстве и состоянии сети во время измерения. Данные, которые могут быть собраны в зависимости от типа предлагаемого инструмента, приведены в таблице III.1.

Таблица III.1 – Данные, собираемые с помощью различных инструментов

	<u>Веб-инструмент</u>	<u>Встроенное приложение</u>	<u>API в CPE</u>
<u>Информация об устройстве</u>	<u>Ограничено</u>	<u>Да</u>	<u>Ограничено</u>
<u>ПУИ пользователя</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Тип фиксированного соединения (например, волокно/ADSL)</u>	<u>Нет</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>
<u>Тарифный план пользователя (например, 100 Мбит, 1 Гбит)</u>	<u>Нет</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>
<u>Модель маршрутизатора</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Список подключенных к CPE устройств</u>	<u>Нет</u>	<u>Ограничено</u>	<u>Да</u>
<u>Пропускная способность для локального перекрестного трафика</u>	<u>Нет</u>	<u>Ограничено</u>	<u>Да</u>
<u>Пропускная способность Wi-Fi</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Пропускная способность интернета</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>
<u>Емкость Wi-Fi на уровне IP</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Емкость интернета на уровне IP</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Задержка Wi-Fi</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Задержка интернета</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>	<u>Да, но результаты разных инструментов могут различаться</u>
<u>Свойства Wi-Fi-соединения (частота, каналы и т. д.)</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Да</u>
<u>Возможность обнаружения ограничений устройства (например, ЦП, ОЗУ)</u>	<u>Нет</u>	<u>Да</u>	<u>Нет</u>

На основании таблицы III.1 можно сделать вывод о том, что API в CPE – лучший выбор для краудсорсинга в сети фиксированной связи, поскольку он обеспечивает сбор наиболее полных данных. Однако необходимо также учитывать сложность развертывания такого решения для всех, кто желает воспользоваться преимуществами системы.

С этой точки зрения наиболее подходящим решением является веб-решение, поскольку его можно установить на веб-странице и оно легкодоступно для пользователей.

Хороший баланс между объемом собранных данных и сложностью развертывания обеспечивают встроенные приложения. Встроенные приложения для различных операционных систем требуют от пользователей преодоления небольшого барьера, но в целом им знаком процесс установки нового программного обеспечения на свое устройство.

Наибольшую сложность для развертывания представляет API в СРЕ, поскольку требует, чтобы производители маршрутизаторов или ПУИ, распространяющие СРЕ среди пользователей, интегрировали API в каждый маршрутизатор. Для подхода API лучше всего подходят сети с наиболее однородной развернутой базой СРЕ и наиболее продвинутыми его моделями. Новые модели СРЕ будут иметь лучшие ресурсы для выполнения новых функций, а также лучшие возможности для удаленного обновления микропрограммного обеспечения.

В таблице III.1 представлен подбор собираемых данных, полезный для агрегированного анализа и для того, чтобы сделать выводы о качестве обслуживания. Имеются и другие собираемые данные, которые полезны в основном для проверки самих измерений и которые нет особого смысла агрегировать для разных устройств.

Ниже приведены примеры собираемых данных, которые можно использовать для агрегированного анализа:

- поставщик услуг интернета (ПУИ) пользователя;
- тип фиксированного соединения;
- тарифный план пользователя;
- модель маршрутизатора;
- пропускная способность/задержка интернета.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Данные, относящиеся к пропускной способности/задержке интернета, полученные разными способами их сбора на разных уровнях, могут привести к разным результатам. Поэтому следует проявлять осторожность во избежание противоречивых результатов по причине смешивания разных методик сбора данных.

III.3 Массовое развертывание специальных аппаратных зондов для конечных пользователей

Регуляторные органы и операторы могут принять решение о широкомасштабном развертывании аппаратных зондов в домах пользователей. Обычно зонд представляет собой недорогое автономное устройство, которое можно подключить к СРЕ с помощью надежного Ethernet-соединения. Аппаратный зонд запускает автоматические тесты соединения пользователя в фоновом режиме и сообщает результаты оператору системы краудсорсинга.

К преимуществам и недостаткам аппаратных зондов в сценарии краудсорсинга относятся:

- возможность планировать автоматические измерения с учетом состояния сети;
- возможность надежного выполнения разнообразных наборов измерений на специально предназначенном для этого оборудовании;
- по сравнению с другими методами аппаратные зонды требуют более высоких расходов из-за необходимости покупки и доставки специального оборудования;
- учитывая высокую стоимость и проблемы логистики, нельзя предположить, что все пользователи смогут установить систему, что, в свою очередь, может ограничить размер выборки и, соответственно, репрезентативность (руководящие указания по формированию выборки и планированию для обеспечения статистической достоверности приведены в пункте 7.3.1);
- необходимость постоянно поддерживать устойчивый пул пользователей, поскольку они могут прекратить измерения или аппаратные зонды могут выйти из строя.

Библиография

- [b-ITU-T G.9961] Recommendation ITU-T G.9961 (2018), *Unified high-speed wireline-based home networking transceivers – Data link layer specification*.
- [b-ITU-T P.912] Recommendation ITU-T P.912 (2016), *Subjective video quality assessment methods for recognition tasks*.
- [b-ITU-T Y.1540] Recommendation ITU-T Y.1540 (2019), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters*.
- [\[b-CrowdWhitepaper\]](#) [Tobias Hoßfeld and Stefan Wunderer \(2020/03\), White Paper on Crowdsourced Network and QoE Measurements – Definitions, Use Cases and Challenges, eds., Würzburg, Germany, doi: 10.25972/OPUS-20232.](#)
- [\[b-BBF TR-069\]](#) [Broadband Forum TR-069 \(2018/03\), CPE WAN Management Protocol.](#)
- [\[b-BBF TR-143\]](#) [Broadband Forum TR-143 \(2015/08\), Enabling Network Throughput Performance – Tests and Statistical Monitoring.](#)
- [\[b-BBF TR-471\]](#) [Broadband Forum TR-471 \(2020/07\), Maximum IP-Layer Capacity Metric, Related Metrics, and Measurements.](#)
- [b-Scheaffer] Scheaffer, Richard & Mendenhall, William & Ott, Lyman (2012). *Elementary Survey Sampling, 7th Edition, Cengage Learning*.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи