

References

1. Kahn K. *Neural networks. Evolution*. Moscow: Samizdat, 2020. 76 p. (In Russ.)
2. Fersht V.M., Latkin A.P., Ivanova V.N. Modern approaches to the use of artificial intelligence in medicine. *Territoriya novykh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*, 2020, vol.12, no.1, pp. 121–130. (In Russ.)
3. Ifeachor E.C., Sperduti A., Starita A. Neural Networks and Expert Systems in Medicine and Healthcare. *Proceedings of the Third International Conference*. World Scientific Publishing Company, 1998, 368 p.
4. Topol E. *Artificial Intelligence in medicine: How Smart technologies change the approach to treatment*. Moscow: Al'pina Pablisher, 2022, 398 p. (In Russ.)
5. Kazantsev T. *ChatGPT and the Revolution of artificial Intelligence*. Moscow: Samizdat, 2023. 150 p. (In Russ.)
6. Kaplan Medical. USMLE Step 1. Lecture Notes. URL: <https://silo.pub/kaplan-usmle-step-1-lecture-notes-2009-2010-behavioral-sciences.html> (accessed: 16.05.2024).
7. Kaplan Medical. USMLE Step 2 CK Qbook. Lecture Notes. URL: <https://silo.pub/kaplan-lecture-notes-step-2-ck.html> (accessed: 16.05.2024).
8. Kaplan Medical. USMLE Master the Boards. Step 3. URL: <https://silo.pub/kaplan-medical-usmle-master-the-boards-step-3.html> (accessed: 16.05.2024).
9. Dushkin R. *Artificial intelligence*. Moscow: DMK Press, 2022. 28 c. (In Russ.)
10. Nikoleenko S.I., Kadurin A.A., Arkhangelsk E.O. *Deep Learning*. Saint-Petersburg: Piter, 2017, 480 p. (In Russ.)

Received 27.11.2023

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 004.051

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ОПЕРАТОРАМИ ПОДВИЖНОЙ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Сутягина Л.Н.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: docent.sutaygin@yandex.ru

В статье приведены результаты анализа основных показателей качества предоставления услуг подвижной радиотелефонной связи. Источником получения данных для такого анализа стали результаты испытаний, которые организовал Роскомнадзор в период с 2022 по 2023 год на сетях четырех основных операторов сотовой связи (Билайн, МегаФон, МТС и Теле2) в пяти крупнейших городах Приволжского федерального округа с населением более миллиона жителей. Выполнен выбор основных показателей качества: передачи голоса, передачи данных и передачи SMS сообщений, по которым производится сравнительный анализ, основанный на рейтинговой методике. Распределены позиции объектов контроля (город-центр региона и операторы подвижной радиотелефонной связи) в соответствии с величиной однотипных показателей по каждому параметру контроля с определением лучших и худших объектов. Составлен совокупный итоговый рейтинг по каждому городу, где проводились проверки, и каждому оператору.

Ключевые слова: *подвижная радиотелефонная связь, показатели качества голосового соединения, показатели качества передачи SMS сообщений, показатели качества передачи данных, рейтинговая оценка*

Введение

Первоочередной задачей любого современного производства или предприятия, к которым относятся телекоммуникационные сети, является получение прибыли посредством предоставления клиентам товаров или услуг определенного качества, под

которым в общем виде понимается соответствие предлагаемых услуг и продукции определенным требованиям. Возможности телекоммуникационных сетей позволяют удовлетворять потребности людей в обмене информацией разного вида, используя для этого сети фиксированной и мобильной связи. Для получения высокой прибыли операторо-

рам таких сетей необходимо предоставлять своим и потенциальным клиентам постоянно расширяющийся спектр инфокоммуникационных услуг, используя для этого внедрение новых технологий. Оценить эффективность внедрения таких услуг операторами сетей подвижной радиотелефонной связи (ПРТС) позволяют измерения, которые регулярно организует Роскомнадзор РФ.

В настоящее время используются следующие концепции, оценивающие качество услуг связи. Первая концепция QoS (Quality of Service) [1] предполагает использование характеристик, которые показывают степень удовлетворенности клиента уровнем услуги, предоставленной данным оператором. Вторая концепция QoE (Quality of Experience) [2] предусматривает использование показателей, которые оценивают качество восприятия услуги с точки зрения клиента и являются чисто субъективным измерением общей ценности предоставляемых услуг. В соответствии с этими концепциями разработана методика контроля качества услуг, предоставляемых операторами ПРТС и нормы на показатели качества услуг связи [3; 4].

Результаты выполненного сравнительного анализа основных показателей качества предоставления услуг операторами ПРТС Приволжского федерального округа (ПФО) позволили определить позиции объектов контроля в соответствии с величиной однотипных показателей качества предоставления услуг с определением лучших и худших объектов.

Нормативная база и порядок организации измерений для контроля качества услуг подвижной радиотелефонной связи

Нормативной базой развертывания и работы сетей подвижной радиотелефонной связи являются соответствующие рекомендации ИТУ-Т, ГОСТы, руководящие документы Министерства цифрового развития России [3–13] и прежде всего:

1. ГОСТ Р 53731-2009, ГОСТ Р 53732-2009 – Качество услуг связи. Термины и определения. Качество услуг сотовой связи. Показатели качества.

2. ГОСТ Р 55388-2012 – Система национальных стандартов в области качества услуг связи. Оценка качества услуг связи на основе мнений потребителей.

3. ГОСТ Р 56087.5-2014 – Система национальных стандартов в области качества услуг связи. Качество услуг сотовой подвижной связи. Нормативные значения показателей.

Следует отметить, что показатели качества предоставляемых услуг не зависят от стандарта сетей подвижной радиотелефонной связи, используемого оборудования и типа вызовов.

Контроль качества услуг, предоставляемых крупнейшими операторами РФ, осуществляет Роскомнадзор.

Особенность организации измерений параметров качества услуг ПРТС состоит в том, что неизвестно местонахождение конкретного абонента. Это обстоятельство требует использования мобильных измерительных аппаратно-программных ком-

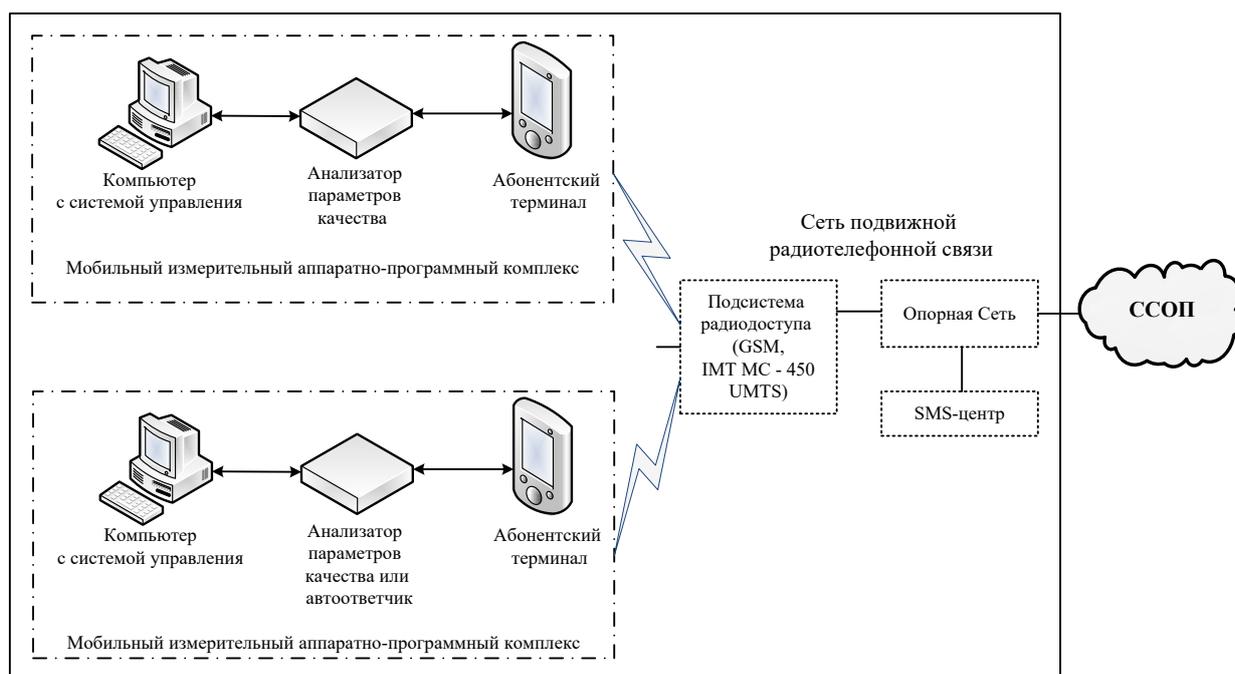


Рисунок 1. Схема проведения контроля параметров качества услуг ПРТС

Таблица 1. Протокол контроля параметров качества услуг подвижной радиотелефонной связи № 1 от «20» июня 2023 г.

Параметры качества	Требования к граничным значениям	Значение	Значение	Значение	Значение
Показатели качества услуг подвижной радиотелефонной связи в части голосового соединения		Билайн	МТС	Мегафон	Теле2
Доля неуспешных попыток установления голосового соединения (Voice Service Non-Acessibility) [%]	не более 5	0,5	0,3	0,4	0,3
Доля обрывов голосовых соединений (Voice Service Cut-off Ratio) [%]	не более 5	0,2	0,1	0,3	0,1
Средняя разборчивость речи на соединение (Speech Quality on Call basis (MOS POLQA))	не менее 2,6	4,0	4,2	4	3,9
Доля голосовых соединений с низкой разборчивостью речи (Negative MOS samples Ratio, MOS POLQA < 2,6) [%]		0,2	0,2	0,2	0,2
Показатели качества услуг подвижной радиотелефонной связи в части передачи коротких текстовых сообщений					
Доля недоставленных SMS сообщений [%]		3,1	8,3	2,4	2,5
Среднее время доставки SMS сообщений [сек]		4,0	4,7	3,4	5,3
Показатели качества услуг связи по передаче данных, за исключением услуг связи по передаче данных для целей передачи голосовой информации					
Доля неуспешных сессий по протоколу HTTP (HTTP Session Failure Ratio) [%]		31,7	11,5	9,1	6,2
Среднее значение скорости передачи данных от абонента (HTTP UL Mean User Data Rate) [kbit/sec]		1859,0	1664,4	2017,2	2026,5
Среднее значение скорости передачи данных к абоненту (HTTP DL Mean User Data Rate) [kbit/sec]	не менее 80	9879,7	8991,4	7777,5	8700,0
Продолжительность успешной сессии (HTTP Session Time) [s]		18,9	11,1	11,1	10,6
Справочная информация					
Общее количество тестовых голосовых соединений		7583	7587	7593	7621
Общее количество голосовых последовательностей в оцениваемых соединениях (POLQA)		97058	90669	97312	96818
Количество речевых последовательностей с низкой разборчивостью (Negative MOS samples Count, MOS POLQA < 2,6)		207	196	224	160
Общее количество отправленных SMS-сообщений		1031	1010	1088	1081
Общее количество попыток соединений с сервером передачи данных HTTP (Загрузка файлов)		2839	3594	3120	3153
Общее количество тестовых сессий по протоколу HTTP (Web-browsing)		4536	4031	4159	4191

плексов, которые имитируют местонахождение абонента, пользующегося услугой подвижной связи в различных точках зоны обслуживания. Схема проведения контроля параметров качества услуг ПРТС, приведена на рисунке 1 [4].

Организация измерений и расчет показателей качества должен выполняться в соответствии с требованиями технических спецификаций [7–13]. Методика, которая используется для проведения измерений и оценки показателей качества услуг ПРТС в Российской Федерации, изложена в [3; 4; 14; 15] и предусматривает контроль следующих показателей:

- 1) оценка качества голосового соединения;
- 2) оценка качества передачи SMS сообщений;
- 3) оценка качества передачи данных.

Результаты обработки проведенных измерений используются для определения параметров качества услуг подвижной радиотелефонной связи в соответствии с методикой, изложенной в [3], и заносятся в протоколы оценочных измерений показателей качества [3, с. 31], форма которых приведена в виде таблицы 1.

В таблице 1 представлен протокол контроля параметров качества услуг подвижной радиотелефонной связи № 1 от «20» июня 2023 г.

Объект контроля: ПАО «ВымпелКом», ПАО «МегаФон», ПАО «МТС», ООО «Т2 Мобайл».

Время проведения контроля: с 05.04.2023 г. по 14.06.2023 г.

Место проведения контроля: г. Казань.

Условия проведения контроля: без подключения к радиоэлектронным системам радиоизмерительным комплексом TEMS Automatic, нормальные условия.

Измерительное оборудование: Радиоизмерительный комплекс TEMS Automatic.

Протоколы контроля параметров качества услуг подвижной радиотелефонной связи, размещаются на сайте Роскомнадзора [16].

Приведенные в протоколах данные были обработаны и использовались для анализа качественных характеристик работы операторов ПРТС в 2022 году и первой половине 2023 года на сетях четырех крупнейших операторов сотовой подвижной связи (Билайн, МегаФон, МТС и Теле2) в пяти городах ПФО с населением более миллиона жителей.

Оценка результатов проверок

Основные контролируемые показатели качества, перечисленные в таблице 1, нормируются. Нормы на показатели качества основных услуг [14; 15] показаны в таблице 2.

Результаты обработки протоколов измерений контроля качества услуг, предоставляемых крупнейшими операторами ПРТС в ПФО, полученные Роскомнадзором представлены в таблицах 3–10 [16–18].

Коэффициент R в перечисленных таблицах является рейтинговой оценкой контролируемых показателей, методика определения которой описана ниже.

Анализируя данные, приведенные в таблицах 3–10, можно сделать следующие выводы:

1) по показателям качества, приведенным в таблицах 3–6, все операторы обеспечивают работу в пределах нормативных значений;

2) в таблице 7 у всех операторов показатели выше нормы. Возможными причинами этого могут быть задержки сверх времени таймаута. К числу не доставленных SMS сообщений относятся и те из них, в которых произошло искажение хотя бы одного бита в тексте SMS сообщений. Единственный результат, отвечающий рекомендуемому требованием, зарегистрирован в Н. Новгороде у оператора МТС;

3) в таблице 8 только два показателя соответствуют нормативному значению среднего времени доставки SMS сообщений;

Таблица 2. Показатели качества основных услуг ПРТС

№ п/п	Наименование показателя	Требования к граничным значениям
1	Доля неуспешных попыток установления голосового соединения, %	≤5
2	Доля обрывов голосовых соединений, %	≤5
3	Средняя разборчивость речи – MOS	>2,6
4	Доля голосовых соединений с низкой разборчивостью речи, %	<5
5	Доля не доставленных SMS сообщений, %	<0,9
6	Среднее время доставки SMS сообщений, с	<8
7	Доля неуспешных сессий по протоколу HTTP, %	<2,1
8	Среднее значение скорости передачи данных к абоненту, кбит/сек	>80
9	Продолжительность успешной сессии, с	–

Таблица 3. Доля неуспешных попыток установления голосового соединения

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R
Казань	0,5	5-6	0,4	3-4	0,3	1-2	0,3	1-2
Н. Новгород	0,6	7	1,1	9-11	3,4	18	1,6	16
Пермь	1,4	14-15	1,8	17	1,1	9-11	1,3	13
Самара	4,4	19	0,8	8	1,4	14-15	0,4	3-4
Уфа	0,5	5-6	1,1	9-11	1,2	12	–	–

Таблица 4. Доля обрывов голосовых соединений

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R
Казань	0,2	3-6	0,3	7	0,1	1-2	0,1	1-2
Н. Новгород	0,9	15	0,7	12	2,6	19	0,2	3-6
Пермь	1,7	18	1,4	16	0,5	10-11	0,8	13-14
Самара	0,4	8-9	0,2	3-6	0,4	8-9	0,2	3-6
Уфа	1,5	17	0,8	13-14	0,5	10-11	–	–

Таблица 5. Средняя разборчивость речи

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя MOS	R	Значение показателя MOS	R	Значение показателя MOS	R	Значение показателя MOS	R
Казань	4,0	8-13	4,0	8-13	4,2	1-4	3,9	14-17
Н. Новгород	4,0	8-13	4,2	1-4	3,8	19	3,9	14-17
Пермь	3,9	14-17	4,0	8-13	4,0	16	4,1	4-7
Самара	3,8	18-19	4,1	5-7	4,1	7-8	3,9	14-17
Уфа	4,1	5-7	4,2	1-4	4,2	11	–	–

Таблица 6. Доля голосовых соединений с низкой разборчивостью речи

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя MOS, %	R	Значение показателя MOS, %	R	Значение показателя MOS, %	R	Значение показателя MOS, %	R
Казань	0,2	1-6	0,2	1-6	0,2	1-6	0,2	1-6
Н. Новгород	1,2	14-15	0,3	7-8	1,9	19	0,4	9
Пермь	1,7	17-18	0,9	12	1,3	16	1,7	17-18
Самара	1,0	13	0,2	1-6	0,3	7-8	0,2	1-6
Уфа	1,2	14-15	0,5	10	0,7	11	–	–

Таблица 7. Доля не доставленных SMS сообщений

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R
Казань	3,1	8	2,4	5	8,3	15-16	2,5	6
Н. Новгород	4,5	10	0,7	1	15,1	19	10,0	17
Пермь	7,3	12-13	3,0	7	5,1	11	6,6	14
Самара	8,3	15-16	1,9	3	12,8	18	2,1	4
Уфа	1,2	2	3,3	9	7,3	12-13	–	–

Таблица 8. Среднее время доставки SMS сообщений

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R
Казань	4,0	7	3,4	4	4,7	8	5,3	10-11
Н. Новгород	5,7	12	0,7	1	15,1	19	10,0	18
Пермь	6,5	14	7,0	15	6,3	13	7,3	16-17
Самара	5,2	9	3,5	5	3,7	6	5,3	10-11
Уфа	1,2	2	3,3	3	7,3	16-17	–	–

Таблица 9. Доля неуспешных сессий по протоколу HTTP

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R	Значение показателя, %	R
Казань	31,7	19	9,5	13-14	11,5	17	6,2	9
Н. Новгород	2,6	3	2,0	1	2,5	2	6,3	10
Пермь	3,0	4	9,5	13-14	4,0	5	8,1	11
Самара	10,0	16	9,6	15	9,2	12	4,9	6
Уфа	28,1	18	5,1	7	5,8	8	–	–

Таблица 10. Продолжительность успешной сессии

Объект контроля	Билайн		МТС		МегаФон		Теле2	
	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R	Значение показателя, сек.	R
Казань	18,9	18	11,1	4-6	11,1	4-6	10,6	2
Н. Новгород	11,4	8	11,1	4-6	12,6	10	10,4	1
Пермь	15,8	17	14,1	13	15,2	16	14,8	14
Самара	12,7	11	11,2	7	12,0	9	10,8	3
Уфа	19,2	19	13,4	12	15,0	15	–	–

4) в таблице 9 только один показатель соответствует нормативному значению;

5) у всех операторов зафиксировано значительное превышение нормативного значения средней скорости передачи данных к абоненту. При наличии таких данных теряется смысл присвоения рейтинга по данному показателю;

6) данные, приведенные в таблице 10, показали, что у всех контролируемых операторов этот показатель отличается незначительно.

Методика определения рейтинга по операторам и регионам

Целью обработки и последующего анализа результатов контролируемых показателей качества услуг, предоставляемых крупнейшими операторами ПРТС в ПФО является:

– выявление лучших и, соответственно, худших операторов ПРТС по каждому контролируемому

показателю в каждом объекте, а также в целом по ПФО;

– определение лучших и, соответственно, худших операторов по совокупности однотипных показателей (голосовые соединения, SMS, услуги связи по передаче данных);

– определение лучших и, соответственно, худших операторов по совокупности всех контролируемых показателей;

– определение города, в котором получены наилучшие показатели качества предоставления услуг всех контролируемых операторов ПРТС.

Для проведения данного анализа из множества методов обработки статистических данных, полученных в результате измерений, был выбран робастный метод [19], позволяющий не учитывать размерность и абсолютное значение контролируемых показателей.

Анализируемые результаты контролируемых показателей качества услуг, предоставляемых опе-

раторах ПРТС, имеют разные размерности, законы распределения случайных величин и разные нормативные требования. Учитывая это, в соответствии с [19] используются рейтинговые оценки контролируемых показателей. Рейтинговые оценки основаны на построении ряда значений показателей по принципу их возрастания или убывания. В том случае, если необходимо стремление к минимальному значению первым в ряду будет самая малая величина, остальные будут располагаться следом, по мере возрастания значений.

Математически это описывается следующим образом: $r_1 > r_2 > r_3 > \dots > r_n$. Соответственно в том случае, когда приоритетнее максимальное значение следом за самой большой величиной располагаются остальные по мере убывания значений. Численное значение ранга в баллах соответствует позиции в ряду: $r_1 > r_2 > r_3 > \dots > r_n$.

Ранжирование носит не строгий характер, поэтому в случае равенства численных значений показателей допускается деление позиций. В этом случае для всех показателей будет использован одинаковый рейтинг, например, если $r_1 = r_2 = r_3$, тогда $(r_1 + r_2 + r_3) / 3$.

Наилучшими будут считаться операторы и горо-

да с наименьшей суммой баллов, которая определена для каждого вида услуг с последующим суммированием по всем услугам:

$$R_i = \sum_{j=1}^n r_j, \quad (1)$$

где r_j – ранг по j -му виду услуг;

R_i – совокупный ранг региональной столицы.

В соответствии с приведенной методикой обработаны данные таблиц 2-9. Итоговая рейтинговая оценка качества услуг по операторам и городам ПФО произведена в таблице 11.

Заключение

В результате обработки данных контроля качественных характеристик работы операторов ПРТС ПФО, представленных в протоколах измерений, проведенных Роскомнадзором, в 2022 году и первой половине 2023 года на сетях четырех крупнейших операторов сетей сотовой подвижной связи (Билайн, МегаФон, МТС и Теле2) в пяти городах ПФО с населением более миллиона жителей можно отметить:

1. Лучшие показатели качества голосового соединения имеют операторы ПРТС, работающие в г. Казань, а самые плохие – у операторов в г. Пермь.

Таблица 11. Итоговая рейтинговая оценка качества услуг по операторам и городам ПФО

Город	Контролируемые показатели	Оператор ПРТС				Сумма баллов по всем показателям для города
		Билайн	МТС	Мегафон	Теле2	
Казань	Показатели качества услуг голосового соединения	24	24,5	9	22	79,5
	Показатели качества обслуживания SMS сообщений	15	9	6	16,5	46,5
	Показатели качества обслуживания услуг передачи данных	37	18,5	22	12,5	90
	Сумма баллов контролируемого оператора города	76	52	37	51	216
Нижний Новгород	Показатели качества услуг голосового соединения	47	32	75	55	209
	Показатели качества обслуживания SMS сообщений	16,5	2	38	35	91,5
	Показатели качества обслуживания услуг передачи данных	11	6	12	11	40
	Сумма баллов контролируемого оператора города	74,5	40	125	101	340,5

Город	Контролируемые показатели	Оператор ПРТС				Сумма баллов по всем показателям для города
		Билайн	МТС	Мегафон	Теле2	
Пермь	Показатели качества услуг голосового соединения	65,5	66	52,5	49,5	233,5
	Показатели качества обслуживания SMS сообщений	16,5	22	16	30,5	84,5
	Показатели качества обслуживания услуг передачи данных	21	26,5	21	25	93,5
	Сумма баллов контролируемого оператора города	103	114,5	89,5	105	411,5
Самара	Показатели качества услуг голосового соединения	59	22	38	37	149
	Показатели качества обслуживания SMS сообщений	31,5	8	24	10	73,5
	Показатели качества обслуживания услуг передачи данных	11	7	9	14	41
	Сумма баллов контролируемого оператора города	101,5	37	71	26	263,5
Уфа	Показатели качества услуг голосового соединения	238,5	191,5	219	–	134,5
	Показатели качества обслуживания SMS сообщений	4	12	29	–	45
	Показатели качества обслуживания услуг передачи данных	37	19	23	–	79
	Сумма баллов контролируемого оператора города	279,5	222,5	271	–	258,5
Сумма баллов контролируемых операторов во всех городах		634,5	466	593,5	283	

Данный показатель является лучшим у оператора «МегаФон» г. Казань.

2. Лучший показатель качества передачи SMS сообщений получен в г. Уфа. Худшей по данному показателю стала Пермь.

3. Лучший оператор по показателю качества передачи SMS сообщений у ПАО «МТС» в Нижнем Новгороде. Худшие показатели у ПАО «МегаФон» в том же Нижнем Новгороде.

4. Рейтинговая оценка показателя скорости передачи данных к абоненту не оценивалась, так как данные протоколов показали у всех контролируемых операторов сетей сотовой подвижной связи

значительное превышение нормативного значения.

5. Лучшие показатели качества передачи данных у операторов ПРТС Нижнего Новгорода, худшие – в Перми.

6. В соответствии с полученными рейтинговыми оценками наилучшие контролируемые показатели качества основных услуг ПРТС в г. Казани, на втором месте – г. Уфа, далее г. Самара, г. Нижний Новгород и на последнем месте в этом рейтинге – г. Пермь. Следует отметить, что в г. Уфа и г. Казань оператор ООО «Теле2» не работает.

7. Лучшие рейтинговые оценки по контролируемым показателям имеет ПАО «МТС», далее идут

ПАО «МегаФон» и ПАО «ВымпелКом» (Билайн). При определении данного рейтинга оператор Теле2 не учитывался поскольку он работает не во всех городах, где проводились наблюдения.

Осуществляя госконтроль выполнения операторами ПРТС требований к качеству предоставляемых услуг, Роскомнадзор формирует доказательную базу, которая может быть использована для разрешения споров пользователей с операторами. Данные, публикуемые на Сайте Роскомнадзора [16], используются операторами сотовой сети подвижной связи для объективной оценки качества предоставляемых ими услуг. Эта информация также будет интересна пользователям при выборе оператора в своем регионе.

Литература

1. ITU-T Rec. E.804 (02/2014). Series E: overall network operation, telephone service, service operation and human factors. Geneva, 2014. 435 p.
2. ETSI TR 102 643 V1.0.1. Human Factors (HF); Quality of Experience (QoE) requirements for real-time communication services. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/31984/2d019e259f8241d787b06172662e488e/ETSI-TR-102-643-V1-0-1-2009-12-.pdf> (дата обращения: 16.10.2023).
3. Методика оценки качества услуг подвижной радиотелефонной связи. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/08062017nn-p19-12345metodika-otsenki-kachestva-uslug-podvizhnoj-radiotелефонной-svyazi.pdf> (дата обращения: 15.10.2023).
4. Программа и методики проведения контроля параметров качества услуг подвижной радиотелефонной связи, включая MVNO. Москва, 2014. 20 с.
5. ITU-T Recommendation G.1000: Communications quality of service: A framework and definitions. Geneva, 2002. 16 p.
6. ITU-T. Network aspects of quality of service and Network Performance in digital networks, including ISDNs. Geneva, 1993. 17 p.
7. ETSI TS 102 250-1. Speech and multimedia transmission quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 1: Assessment of quality of service. URL: <https://standards.globalspec.com/std/14245111/TS%20102%20250-1> (дата обращения: 15.10.2023).
8. ETSI TS 102 250-2 V1.3.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation. URL: <https://vdocuments.site/ts-102-250-2-v131-speech-processing-transmission-and-.html?page=23> (дата обращения: 15.10.2023).
9. ETSI TS 102 250-5 V2.4.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 5: Definition of Quality of typical measurement profiles. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/38390/5710592e6825498f9c6413b057a4dbce/ETSI-TS-102-250-5-V2-4-1-2013-06-.pdf> (дата обращения: 16.10.2023).
10. ETSI TS 102 250-6 V1.3.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 6: Post processing and statistical methods. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/58382/555ffe126fa64ae5b2e9b2c832140585/ETSI-TS-102-250-6-V1-3-1-2019-11-.pdf> (дата обращения: 16.10.2023).
11. ETSI TS 125 215 V7.2.0. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Physical layer; Measurements (FDD) (3GPP TS 25.215 version 7.2.0 Release 7). URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/125200_125299/125215/07.02.00_60/ts_125215v070200p.pdf (дата обращения: 16.10.2023).
12. ETSI TR 102 678 V1.2.1. Speech and multimedia transmission quality (STQ); QoS Parameter Measurements based on fixed Data Transfer Times. URL: https://luca.ntop.org/gr2020/slides/ETSI_TR_102_678.pdf (дата обращения: 16.10.2023).
13. ITU-T Recommendation E.803: Quality of service parameters for supporting service aspects. Geneva, 2022. 60 p.
14. Об утверждении Требований к оказанию услуг подвижной радиосвязи и радиотелефонной связи при использовании бизнес-моделей виртуальных сетей подвижной радиосвязи и радиотелефонной связи: Приказ Минкомсвязи России от 20.10.2017 № 570. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6086/> (дата обращения: 25.10.2023)
15. Сети сотовой подвижной связи. Нормы на показатели качества услуг связи и методики проведения их оценочных испытаний. РД 45.254-2002. URL: <http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/sert/Normy%20na%20pokazateli%20uslug%20svyazi.htm> (дата обращения: 18.10.2023)
16. Актуальные показатели оценки качества услуг ПРТС. URL: <http://качествосвязи.рф/> (дата обращения: 12.10.2023).
17. Качество связи в городе Самаре. URL: <http://качествосвязи.рф/pfo/samara.html> (дата обращения: 21.10.2023).

18. Сетевые операторы России. URL: <http://indexmain.ru/mobile/ru> (дата обращения: 21.10.2023). URL: <http://indexmain.ru/mobile/ru> (дата обращения: 21.10.2023). чешской статистики. Томск: Изд-во НТЛ, 2016. 260 с.
19. Шуленин В.П. Робастные методы математи-

Получено 22.11.2023

Сулягина Любовь Николаевна, доцент кафедры сетей и систем связи Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. 443010, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 927 650-27-98. E-mail: docent.sutaygin@yandex.ru

ANALYSIS OF THE GENERAL QUALITY INDICATORS OF THE PROVISION MOBILE RADIOTELEPHONE COMMUNICATION OPERATORS OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Sutagina L.N.

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation
E-mail: docent.sutaygin@yandex.ru*

The article presents the results of the analysis of the general quality indicators of the mobile radiotelephone services. The source of data for such analysis was the results of tests organized by Roskomnadzor in the period from 2022 to 2023 on the networks of four major mobile operators (Beeline, Megafon, MTS and Tele2) in the five largest cities of the Volga Federal District with a population of more than a million inhabitants. The main quality indicators have been selected: voice transmission, data transmission and SMS transmission, for which a comparative analysis is performed based on a rating methodology. The positions of the control objects (the city center of the region and the operators of the PRS) are distributed in accordance with the value of the same type of indicators for each control parameter with the determination of the best and worst objects. A cumulative final rating has been compiled for each city where inspections were carried out and for each operator.

Keywords: *mobile radiotelephone communication, indicators for evaluating the quality of voice connection, SMS transmission, data transmission, rating assessment*

DOI: 10.18469/ikt.2023.21.4.14

Sutyagina Lyubov Nikolaevna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Associate Professor of Networks and Communication Systems Department. Tel. +7 927 650-27-98. E-mail: docent.sutaygin@yandex.ru

References

1. ITU-T Rec. E.804 (02/2014). Series E: overall network operation, telephone service, service operation and human factors. Geneva, 2014. 435 p.
2. ETSI TR 102 643 V1.0.1. Human Factors (HF); Quality of Experience (QoE) requirements for real-time communication services. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/31984/2d019e259f8241d787b06172662e488e/ETSI-TR-102-643-V1-0-1-2009-12-.pdf> (accessed: 16.10.2023).
3. Methodology for assessing the quality of mobile radiotelephone services. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/08062017nn-p19-12345metodika-otsenki-kachestva-uslug-podvizhnoy-radiotelefonnoj-svyazi.pdf> (accessed: 15.10.2023). (In Russ.)
4. Program and methods for monitoring quality parameters of mobile radiotelephone services, including MVNO. Moscow, 2014, 20 p. (In Russ.)
5. ITU-T Recommendation G.1000: Communications quality of service: A framework and definitions. Geneva, 2002, 16 p.
6. ITU-T. Network aspects of quality of service and Network Performance in digital networks, including ISDNs. Geneva, 1993, 17 p.
7. ETSI TS 102 250-1. Speech and multimedia transmission quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 1: Assessment of quality of service. URL: <https://standards.globalpec.com/std/14245111/TS%20102%20250-1> (accessed: 15.10.2023).

8. ETSI TS 102 250-2 V1.3.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation. URL: <https://vdocuments.site/ts-102-250-2-v131-speech-processing-transmission-and-.html?page=23> (accessed: 15.10.2023).
9. ETSI TS 102 250-5 V2.4.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 5: Definition of Quality of typical measurement profiles. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/38390/5710592e6825498f9c6413b057a4dbce/ETSI-TS-102-250-5-V2-4-1-2013-06-.pdf> (accessed: 15.10.2023).
10. ETSI TS 102 250-6 V1.3.1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 6: Post processing and statistical methods. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/58382/555ffe126fa64ae5b2e9b2c832140585/ETSI-TS-102-250-6-V1-3-1-2019-11-.pdf> (accessed: 15.10.2023).
11. ETSI TS 125 215 V7.2.0. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Physical layer; Measurements (FDD) (3GPP TS 25.215 version 7.2.0 Release 7). URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/125200_125299/125215/07.02.00_60/ts_125215v070200p.pdf (accessed: 16.10.2023).
12. ETSI TR 102 678 V1.2.1. Speech and multimedia transmission quality (STQ); QoS Parameter Measurements based on fixed Data Transfer Times. URL: https://luca.ntop.org/gr2020/slides/ETSI_TR_102_678.pdf (accessed: 16.10.2023).
13. ITU-T Recommendation E.803: Quality of service parameters for supporting service aspects. Geneva, 2022, 60 p.
14. On approval of the Requirements for the provision of mobile radio communications and radiotelephone services when using business models of virtual networks of mobile radio communications and radiotelephone communications: Order of the Ministry of Telecom and Mass Communications of Russia of October 20, 2017, no. 570. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6086/> (accessed: 25.10.2023). (In Russ.)
15. Cellular mobile communication networks. Standards for quality indicators of communication services and methods of conducting their evaluation tests. RD 45.254-2002. URL: <http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/sert/Normy%20na%20pokazateli%20uslug%20svyazi.htm> (accessed: 18.10.2023). (In Russ.)
16. Current indicators for assessing the quality of PRTS services. URL: <http://качествосвязи.рф/> (accessed: 12.10.2023). (In Russ.)
17. Quality of communication in the city of Samara. URL: <http://качествосвязи.рф/pfo/samara.html> (accessed: 21.10.2023). (In Russ.)
18. Network operators in Russia. URL: <http://indexmain.ru/mobile/ru> (accessed: 21.10.2023). (In Russ.)
19. Shulenin V.P. Robust methods of mathematical statistics. Tomsk: Izd-vo NTL, 2016. 260 p. (In Russ.)

Received 22.11.2023

УПРАВЛЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

УДК 658.5.012.14

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОПЛАТЫ ТРУДА РАБОЧИХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Симагина С.Г., Матвеева Е.А., Черных О.Н., Афанасьев А.В.

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ
E-mail: s.simagina@psuti.ru, e.matveeva@psuti.ru, o.chernyh@psuti.ru, afanasyevav@mail.ru*