

---

**Ключевые слова:** системы спутниковой радионавигации, сигнал спутников, космический радиотранспортер.

---

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev  
ISSN 1609-1817. Vol. 116, No.1 (2021), pp.318-324

## METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF CELLULAR COMMUNICATION SERVICES

**YElena Bakhtiyarova**, Cand.Sci. (Eng), assistant professor, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan, [y.bakhtiyarova@iitu.kz](mailto:y.bakhtiyarova@iitu.kz).

**Aibala Orazakova**, master's student, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, [aibala.orazakova@gmail.com](mailto:aibala.orazakova@gmail.com)

**Abstract.** The article presents methods for assessing the quality of communication by collecting experimental statistical data (observations) that simulate the use of services by subscribers, for their subsequent post-processing to assess the actual values of indicators of the quality of communication services and compare the estimates with each other. The rapid growth in the number of subscribers, and the demand for cellular services in the market, caused a heavy load on the networks. Therefore, today it is very important to observe all standards of communication quality indicators, and to maintain these indicators despite the high demand. This topic is very relevant to both mobile operators and subscribers. Operators are looking for new, modern methods of objective assessment of the state of cellular communications. And the subscriber is interested in what state the telecom operators are in, and which company is coping with their work. This method requires a lot of work compared to traditional methods, but it brings out all the hidden interference, and helps to find problems in the networks first. The article also provides recommended routes for collecting experimental data. Voice and SMS were selected as services for the assessment, since these services were previously available.

To obtain more accurate data, which later will help to identify hidden and temporary problems, you need to choose:

- the time of measurement for each service, which corresponds to the daily and seasonal period of use of services by subscribers;
- areas of measurement, corresponding to all licensing conditions and the service area announced by the operator;
- the route of movement of the measuring machine, which covers all problem areas.

**Key words:** assessment of the quality of cellular services, end user, telephony, SMS.

УДК 621.391

10.52167/1609-1817-2020-116-1-318-324

**Е.А. Бахтиярова<sup>1</sup>, А.Н. Оразакова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УСЛУГ СОТОВОЙ СВЯЗИ

**Аннотация.** В статье представлены методы оценки качества связи путем сбора экспериментальных статистических данных (наблюдений), имитирующих использование услуг абонентами для последующей их постобработки, для оценки фактических значений показателей качества услуг связи и сравнения полученных оценок между собой. Представленный метод является дорогим и трудоёмким, но для точной оценки качества связи в стране является самым подходящим. Дается подробное изложение о требуемом числе наблюдений, которое дает точную оценку качеству предоставляемых услуг операторами связи. В статье также написаны рекомендуемые маршруты движения при сборе экспериментальных данных. В качестве услуг для оценки были выбраны голосовая связь и SMS, так как эти услуги являются более ранними.

**Ключевые слова:** оценка качества услуг сотовой связи, конечный пользователь, телефония, СМС.

Устойчивое и быстрое развитие отрасли связи тесно связано с многократным увеличением количества абонентов и услуг, предоставляемых операторами. Выход рынка сотовой связи на новый уровень развития вдвинуло пользователей этих услуг на заинтересованность в качестве обслуживания. Эта тенденция является особенно актуальным для рынка сотовой связи, так как, с одной стороны, увеличится заинтересованность абонентов, а, с другой стороны, большая конкуренция дает толчок операторам вносить новые изменения на рынок. В целях повышения конкурентоспособности операторы уделяют большое внимание на создание новых услуг, выгодных тарифов для абонентов связи с изменением интересов клиентов, находят новые методы привлечения внимания. Однако для потребителей, в первую очередь, важно качество предоставляемых услуг, так как без этого клиент даже не может оценить новые услуги. При значительном росте и расширении сетей очень трудно сохранить требуемое качество, поэтому повышение качества и оценка услуг сотовой связи является не менее важной задачей. Это задача интересна не только мобильным операторам для привлечения абонентов, но и самим абонентам, так как они тоже хотят пользоваться качественными услугами.

Для создания и поддержания высшего уровня качества сотовых услуг в соответствии с потребностями клиентов нужны два разных мероприятия, такие как организационно-технические и социально-экономические.

Вышеизложенные обстоятельства предопределили актуальность диссертационной работы, которые тесно связаны с оценкой и управлением качеством предоставляемых услуг операторами и разработкой новых подходов к их решению.

Для оценки качества проводятся многократные оценочные измерения и

закljučаются они в сборе экспериментальных статических наблюдений, которые имитируют использование услуг пользователями. В последующем эти данные обрабатываются и оцениваются, как фактический показатель качества услуг. Для измерения параметров, которые показывают общее состояние качества услуг сотовой связи, используется метод контрольных вызовов. В данном методе имитируют реальное состояние абонента, когда он переходит из соты в соты, или же меняет оператора, поэтому измерения проводятся при движении самого комплекса. А для того чтобы не было повторов в маршруте, заранее прописывается маршрут движения. Данный метод состоит в установлении соединения, передаче информации и разъединения.

При выполнении каждого измерения регистрируется каждое событие, которое показывает состояние значений параметров для постобработки данных.

Для получения более точных данных, что в последующем поможет выявить скрытые и временные проблемы, нужно выбрать:

- время проведения измерения для каждой услуги, которое соответствует суточному и сезонному периоду использования услуг абонентами;

- зоны проведения измерения, соответствующие всем лицензионным условиям и объявленной оператором зоны обслуживания;

- маршрут движения измерительной машины, который охватывает все проблемные участки. [1]

Возможные маршруты соединения можно разделить на три группы:

- внутри системы мобильной связи. Оценка ведется внутри самой системы, к которой можно определить и выявить все неполадки.

- между системой мобильной связи и телефонной сетью общего пользования,

где можно посмотреть состояние стыков с сетью общего пользования;

- между системой мобильной связи и автоматической междугородней телефонной станции.

Для сравнения качества услуг связи, предоставляемых несколькими операторами сотовой связи и последующей публикации сравнительного анализа, каждый маршрут должен тестироваться разными операторами связи. В сам блок вставляется четыре разных симкарт, которые приобретаются в абонентских центрах для физических лиц. Оценочное измерение производится для всех стандартов сотовой связи, то есть GSM, UMTS и LTE. [2]

Интервал между выполнениями измерения должен быть не менее 8 часов в

день. А также при остановках измерительного комплекса более чем на 10 минут, результаты не учитываются.

Каждый параметр качества услуг передачи данных измеряется в режиме свободного выбора технологии радиодоступа, GSM или UMTS, в зависимости радио покрытия, или в режиме принудительного выбора LTE, когда переход в остальные стандарты запрещено.

Для каждого показателя качества требуемое количество вызовов определяется по максимальному значению необходимого числа наблюдений.

По формуле (1) рассчитывается требуемое число наблюдений:

$$\Delta = t_{\alpha} \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}; \quad \text{откуда } N = t_{\alpha}^2 \frac{p(1-p)}{\Delta^2}, \quad (1)$$

где  
 $\Delta$  - абсолютное значение статистической погрешности,  
 $p$  - ожидаемое значение оцениваемого параметра,  
 $t_{\alpha}$  - коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $\alpha$ . Для  $\alpha=95\%$  значение коэффициента  $t_{\alpha} = 1,96$ . [3]

Для соответствия установленным требованиям при проведении испытаний в

качестве ожидаемого значения должно приниматься установленное нормативное значение для каждого соответствующего показателя. Количество наблюдений должно быть достаточным для получения оценки каждого показателя с относительной погрешностью 10% при доверительной вероятности 95%.

В таблице 1 приведены результаты расчета числа наблюдений для доверительной вероятности 95%

Таблица 1 - Минимально необходимое число контрольных вызовов при доверительной вероятности 95%

Table 1 - The minimum required number of control calls at a confidence level of 95%

Нормативное значение показателя		Число контрольных вызовов при относительной погрешности		
%	Доля	5%	10%	20%
1%	0,01	152127	38032	9604
1.5%	0,015	100907	25228	6147
2%	0,020	75295	18824	4610
2.5%	0,025	59929	14982	3842
3%	0,03	49683	12420	3073
3.5%	0,035	42369	10591	2689
4%	0,04	36879	9220	2305
5%	0,05	29196	7299	1921

При выполнении измерений терминалы, работающие в режиме автоматизации, должны обеспечивать точность оценки не менее 10%. [3]

Перед выполнением измерений параметров, показывающих качество услуг сотовой связи, должен быть детально составлен маршрут измерительного комплекса, который соответствует объёму работ и всем требованиям методики.

Рекомендации при составлении маршрута измерительного комплекса:

- маршрут движения должен строиться с минимизации повторных объездов одних и тех же дорог;

- маршрут должен равномерно распределяться по всей территории выполнения измерений;

- маршрут движения должен разрабатываться с учетом времени нагрузки на каналы в соответствующих районах;

- в населенных пунктах маршрут должен включать максимальное количество улиц общегородского и местного значения, магистральных дорог, кроме этого кольцевые и объездные дороги;

- маршрут движения должен включать территории массового накопления абонентов такие, как центральные площади, торговые центры, культурные учреждения, важные туристические зоны;

- маршруты движения вне населенных пунктах должен включать дороги соединяющие населенные пункты;

Протяженность маршрута движения должна разрабатываться с учетом минимально необходимого числа контрольных вызовов при доверительной вероятности 95% [4]. Необходимая скорость для получения достоверных результатов – 40 км/ч.

В Казахстане для оценки сетей сотовой связи разработан документ СТ РК 1784-2008 «Мобильная телекоммуникационная связь. Параметры и показатели качества услуг сотовой связи». В этом документе установлены единые нормы на показатели качества, как

и основных, так и дополнительных услуг вне зависимости от стандарта сотовой связи. [1]

Доступность услуг телефонной связи можно оценивать по доступности услуги и времени установления соединения.

Service Accessibility Telephony (SAT), показывает доступность услуги сотовой связи, описывает вероятность того, что пользователь, которому направлен звонок, может получить звонок, который предлагается ему посредством уведомления в соответствии режима установленного в телефоне. Данный показатель определен Рекомендацией E.800 МСЭ-Т и представляет собой вероятность того, что по запросу пользователя услуга может быть обеспечена в пределах определенных допусков.

Услугу дополняет показатель качества передачи речи, Speech Quality (SpQ) и показывает количество передачи речи на один вызов между пользователями сети.

Call Completion Ratio circuit switched (CCR-CS), доля неуспешных вызовов, которая показывает непрерывность услуг сотовой связи. Этот параметр может быть описан количеством, которое представляет вероятность того, что полученная услуга будет в дальнейшем предоставляться при заданных условиях в течение нужной продолжительности времени. В качестве дополнительного показателя качества услуг телефонии, который характеризует непрерывность предоставляемых услуг, может использоваться параметр - относительное число невыполненных соединений, Call Non Completion Ratio circuit switched (CNCR-CS) [5].

Для каждого направления связи общее суммарное число контрольных вызовов за все время испытаний N рассчитывается для каждого направления связи. А результаты заносятся в специальную таблицу результатов обработки данных.

По числу успешных и неуспешных вызовов оценивается доля неуспешных

вызовов  $P_0$ , которые создаются абонентами сети мобильной связи в направлении абонентов сети мобильной связи и абонентов ТФОП.

По формуле 2 определяется значение этого показателя и выражается в процентах

$$P_0 = (Q/N) \cdot 100\% , \quad (2)$$

где  $Q$  - общее суммарное число неуспешных контрольных вызовов за все сеансы испытаний.

По числу успешных вызовов и вызовов с преждевременным разъединением, создаваемых абонентами сети мобильной связи в направлении абонентов сети мобильной связи и абонентов ТФОП, оценивается доля вызовов с преждевременным разъединением установленного соединения  $P_p$ .

Значение этого показателя можно рассчитать по формуле (3), которое выражается в процентах:

$$P_p = (R/N) \cdot 100\% , \quad (3)$$

где  $R$  - общее суммарное число контрольных вызовов с преждевременным разъединением за все сеансы испытаний.

По указанным в программе испытаний методике находится значение  $R$  для каждого направления связи. Результаты расчета заносятся в таблицу результатов обработки данных испытаний.

По данным испытаний числа успешных вызовов и вызовов с преждевременным разъединением, создаваемых абонентами сети мобильной связи в направлении абонентов сети мобильной связи и абонентов ТФОП, оценивается доля вызовов, не соответствующих нормативам по качеству передачи речи -  $R_n$ .

Значение показателя выражается в процентах, определяется по формуле:

$$R_n = (N_{np}/N) \cdot 100\% , \quad (4)$$

где  $N_{np}$  - общее суммарное число контрольных вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи, за все сеансы испытаний.

Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа, -  $Q_{зсо}$  рассчитывается по данным испытаний числа вызовов с удовлетворительным и неудовлетворительным временем задержки сигнала ответа, создаваемых абонентами сети мобильной связи в направлении абонентов сети мобильной связи и абонентов ТФОП.

Значение определяется по формуле (5), и ответ выражается в процентах

$$Q_{зсо} = (N_{зв}/N) \cdot 100\% , \quad (5)$$

где  $N_{зв}$  - общее суммарное число контрольных вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки вызова, за все сеансы испытаний.[6]

Коэффициент восстановления связи -  $P_{вс}$  определяется как отношение числа заявок на восстановление связи, к общему числу выполненных заявок на восстановление связи по формуле

$$P_{вс} = (N_{кв}/N_{в}) \cdot 100\% , \quad (6)$$

где  $N_{кв}$  - количество заявок, выполненных в контрольные сроки;  $N_{в}$  - общее количество выполненных заявок.

Доля неправильно тарифицированных соединений -  $R_{нт}$ , рассчитывается как отношение неправильно тарифицированных соединений на общее количество счетов.

Значение показателя выражается в процентах, и определяется по формуле (7)

$$R_{нт} = (N_{нт}/N_c) \cdot 100\% , \quad (7)$$

где  $N_{нт}$  - количество неправильно тарифицированных соединений;  $N_c$  - общее количество счетов[5].

Показатель удовлетворенности организационными аспектами об-

служивания определяется как общее количество жалоб на организационные аспекты обслуживания на количество абонентов в сети, зарегистрированных к моменту произведения расчета.

Значение показателя выражается в процентах, и определяется по формуле (8):

$$P_{\text{орг.жалоб}} = (N_{\text{орг.жалоб}} / N_{\text{аб.сети}}) \cdot 100\% , \quad (8)$$

где  $N_{\text{орг.жалоб}}$  - количество жалоб на организационные аспекты обслуживания;  $N_{\text{аб.сети}}$  - количество абонентов в сети, зарегистрированных к моменту произведения расчета.[6]

Показатель удовлетворенности техническими аспектами обслуживания определяется, как отношение количества жалоб на технические аспекты обслуживания к количеству абонентов в

сети, зарегистрированных к моменту произведения расчета.

Значение показателя выражается в процентах и определяется по формуле (9):

$$P_{\text{тех.жалоб}} = (N_{\text{тех.жалоб}} / N_{\text{аб.сети}}) \cdot 100\% , \quad (9)$$

где.  $N_{\text{тех.жалоб}}$  - количество жалоб на технические аспекты обслуживания;  $N_{\text{аб.сети}}$  - количество абонентов в сети, зарегистрированных к моменту произведения расчета.

Минимально необходимое число контрольных вызовов при доверительной вероятности 95% и с погрешностью 10% составило 7299. В ходе исследований было проведено 7500 вызовов, учитывая все вышеперечисленные необходимые рекомендации.

Результаты работы можно посмотреть в диаграмме 1.

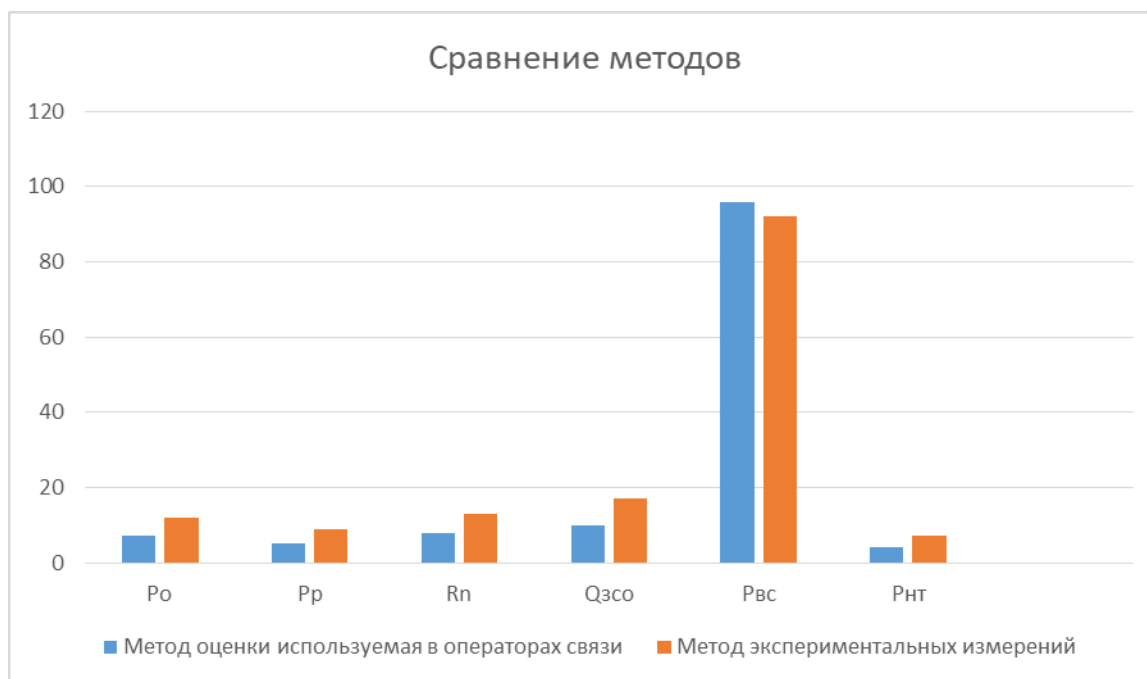


Диаграмма 1 – Сравнение методов оценки качества услуг сотовой связи  
Chart 1 - Comparison of methods for assessing the quality of cellular services

**Выводы.** В ходе экспериментального исследования было выявлено, что методы оценки качества связи путем экспериментальных измерений с построением разных маршрутов, предоставляют на 20% более

точную информацию, так как в данном методе оценивается каждый сеанс связи. Используя этот метод, можно найти все скрытые и временные факторы, влияющие на работоспособность сотовой связи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Казахстан от 5 июля 2004 года № 567-ІІ «О связи».
- [2] СТ 11184-2008 «Мобильная телекоммуникационная связь. Параметры и показатели качества услуг сотовой связи».
- [3] Бабков В.Ю. Качество услуг мобильной связи. Оценка, контроль, управление / Бабков В.Ю., Полянцев П.В., Устюжанин В.И. 2005 г. 98-102 с.
- [4] Макаров В.В. Обеспечение конкурентоспособности оператора связи путем инновационного развития // Электросвязь. 2011. № 9. С. 30–33.
- [5] Тихвинский В., Яснова И. Международная стандартизация требований к качеству предоставления услуг связи // Мобильные телекоммуникации.-2003.-№5.-с.26-29.
- [6] Володина Е.Е., Тихвинский В.О. Управление качеством услуг подвижной связи третьего поколения // Мобильные системы.-2004.-№2.-с.24-29.

#### REFERENCES

- [1] Law of the Republic of Kazakhstan dated July 5, 2004 No. 567-II "On Communications".
- [2] SO 11184-2008 *Mobilnaja telekommunikacionnaja svyaz. Parametri I pokazateli kachestva uslug sotovoi svjazi* [In Russian: Mobile telecommunications. Parameters and indicators of the quality of cellular services ].
- [3] Babkov V.Yu., Polyntsev P.V., Ustyuzhanin V. *Kachestva uslug sotovoi svjazi. Ocenka, control, upravlenie*. [In Russian: The quality of mobile services. Assessment, control, management] I. 2005, 98-102 p.
- [4] Makarov V.V. *Obespecheneie konkuretnospobnosti operatora svjazi putem innvacionnogo razvitija*. [In Russian: Ensuring the competitiveness of a telecom operator through innovative development] *Electrosvyaz*. 2011. No. 9. P. 30–33.
- [5] Tikhvinsky V., Yasnova I. *Mezhdunarodnaja standartizacija trebovanij k kachestvu predostavlenija uslug sotovoi svjazi* [In Russian: International standardization of requirements for the quality of communication services] *Mobile Telecommunications*.-2003.-No.5.-p.26-29.
- [6] Volodina E.E., Tikhvinsky V.O. *Upravlenie kachestvom uslug podvizhnoi svjazi tretetgo pokolenija* [In Russian: Quality management of third generation mobile communication services] *Mobile systems*. - 2004.-№2.-p. 24-29.

#### МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УСЛУГ СОТОВОЙ СВЯЗИ

**Бахтиярова Елена Ажибековна**, к.т.н., ассистент-профессор, Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан, [baelag@mail.ru](mailto:baelag@mail.ru)

**Оразакова Айбала Нурахметовна**, магистрант, Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан, , [aibala.orazakova@gmail.com](mailto:aibala.orazakova@gmail.com)

#### ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОН ҚЫЗМЕТІНІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

**Бахтиярова Елена Ажибековна**, т.ғ.к., ассистент-профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан, [y.bakhtiyarova@iitu.kz](mailto:y.bakhtiyarova@iitu.kz).

**Оразакова Айбала Нурахметовна**, магистрант, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан, , [aibala.orazakova@gmail.com](mailto:aibala.orazakova@gmail.com)

**Аңдатпа:** Бұл мақалада ұялы телефон қызметін эксперименттік статистикалық деректерді (бақылауларды) жинау арқылы байланыс сапасын бағалау әдістері сипатталған. Ұсынылған әдістер көп қаражатты және көп уақытты қажет етеді, бірақ елдегі байланыс сапасын дәл бағалау үшін бұл ең қолайлы әдіс болып табылады. Сонымен қатар мақалада ұялы байланыс сапасын нақты жағдайын сипаттауға қажетті эксперименттер саны көрсетілген. Дауыстық байланыс және SMS ең бірінші пайда үшін бағалау қызметтері ретінде тандалды.

**Түйінді сөздер:** сөйлеу сапасын бағалау, дыбыстық сигнал, электрлік сигнал, субъективті әдіс, объективті әдіс, корреляция.

#### BUILDING A LAN USING M2M

**Marina Lipsky** - Cand.Sci.(Eng.), professor KazATC, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaeva, Almaty, Kazakhstan, [limaan78@mail.ru](mailto:limaan78@mail.ru)