

# Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Научная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>



## ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

**В.В. Глухов<sup>1</sup>, А.Е. Логинов<sup>2</sup>** ✉

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

<sup>2</sup> Макрорегиональный филиал «Северо-Запад» ПАО «Ростелеком»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ [Loginov.amur@gmail.com](mailto:Loginov.amur@gmail.com)

**Аннотация.** Телекоммуникационная сеть является специфическим техническим и организационно-экономическим объектом. Для такого объекта требуется особая система оценочных показателей, специфические управленческие мероприятия по созданию и обслуживанию. Здесь важно учесть техническую характеристику, полезность предоставляемых услуг связи, новизну используемого оборудования, эффективность функционирования. Укрупненные характеристики телекоммуникационной сети показывают ее масштаб и специализацию: набор предоставляемых услуг (транспортные, информационные, компьютерные, телефония, интерактивные, широко-вещательные); территория, в пределах которой предоставляются услуги; количество уровней сети доступа; интенсивность трафика; тип клиентов, на которых ориентируются услуги (индивидуальные, корпоративные); имеющаяся во владении оператора сети инфраструктура (линии связи, коммутационное оборудование, информационные серверы и т. п.). Исходя из масштаба и совокупности пользовательских характеристик, рассматриваемые сети можно разделить на группы (крупные, средние и мелкие; национальные, региональные и корпоративные). Предложенная авторами совокупность групп показателей охватывает различные аспекты функционирования телекоммуникационной сети. Они учитывают различные аспекты функционирования и применения телекоммуникационной сети: пользовательская характеристика; технологический уровень; технологическая новизна; технологический суверенитет; импортная зависимость; ценность; эффективность; качество. На их совокупности вычисляется интегральная оценка сети. Данные показатели использованы в предложенной комплексной методике технико-экономической оценки телекоммуникационной сети. Методика включает предлагаемый набор и методы расчета оценок, учитывающих техническое состояние, потребительскую полезность и эффективность, оцениваемого объекта. Разработанная методика расчета показателей телекоммуникационной сети может быть использована в практической работе телекоммуникационной компании, при сравнении с другими компаниями, составления рейтинга компаний, оценки эффективности работы телекоммуникационной сети различного масштаба. Разработанная система показателей может стать основой для рейтинговой оценки национальных и региональных сетей, сетей различных операторов, участков сети в рамках одного оператора. Предлагаемую методику планируется использовать для выработки рекомендаций по развитию и совершенствованию телекоммуникационной сети с целью повышения конкурентоспособности и эффективности телекоммуникационной компании.

**Ключевые слова:** телекоммуникационная сеть, система показателей, инструментарий оценки, методика оценки, эффективность функционирования предприятия

**Для цитирования:** Глухов В.В., Логинов А.Е. (2023) Инструментарий для оценки показателей функционирования телекоммуникационной сети. П-Economy, 16 (6), 142–154. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>

## TOOLS FOR ASSESSING TELECOMMUNICATION NETWORK PERFORMANCE INDICATORS

V.V. Glukhov<sup>1</sup>, A.E. Loginov<sup>2</sup> ✉

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russian Federation;

<sup>2</sup> North-West Macroregional Division, St. Petersburg, Russian Federation

✉ [Loginov.amur@gmail.com](mailto:Loginov.amur@gmail.com)

**Abstract.** Telecommunication network is a specific technical, organizational and economic object. Such an object requires a special system of assessment indicators and specific management measures for creation and maintenance. It is important to take into account the technical characteristics, usefulness of the communication services provided, novelty of the equipment used, and efficiency of operation. Major characteristics of the telecommunication network show its scale and specialization: a set of services provided (transport, information, computer, telephony, interactive, broadcast); the territory within which the services are provided; the number of levels of the access network; traffic intensity; target clients (individual, corporate); infrastructure owned by the network operator (communication lines, switching equipment, information servers, etc.). Based on the scale and totality of user characteristics, the networks under consideration can be divided into groups (large, medium and small; national, regional and corporate). The set of indicators proposed by the authors covers various aspects of the functioning of the telecommunications network. They take into account various aspects of the operation and application of the telecommunications network: user characteristics; technological level; technological novelty; technological sovereignty; import dependency; value; efficiency; quality. Based on their aggregate, an integral estimate of the network is calculated. These indicators are used in a complex method of technical and economic assessment of telecommunication network. The methodology includes the proposed set and methods for calculating estimates that take into account the technical condition, consumer utility and efficiency of the assessed object. The developed methodology for calculating the indicators of a telecommunication network can be used in the practical work of a telecommunications company, when comparing with other companies, compiling a rating of companies, assessing the efficiency of a telecommunications network of various scales. The developed system of indicators can become the basis for rating assessment of national and regional networks, networks of various operators, network sections within one operator. The proposed methodology is planned to be used to develop recommendations for the development and improvement of the telecommunications network in order to increase the competitiveness and efficiency of telecommunications companies.

**Keywords:** telecommunication network, system of indicators, assessment tools, assessment methodology, efficiency of enterprise functioning

**Citation:** Glukhov V.V., Loginov A.E. (2023) Tools for assessing telecommunication network performance indicators. *П-Economy*, 16 (6), 142–154. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>

### Введение

Телекоммуникационная сеть — это современная среда коммуникаций, инструмент включения пользователей в информационное общественное пространство, перехода самого общества на другой уровень информационного взаимодействия. Появляется возможность создания и предоставления новых услуг.

Телекоммуникационная сеть — специфический объект по техническому содержанию, организации деятельности, обеспечиваемым целям, это сложная техническая среда между источниками и получателями информации. Проблеме оценки эффективности телекоммуникационной сети посвящен ряд работ, в которых рассматривается качество работы сети, предлагается набор частных и обобщенных показателей, ориентированных на техническую сторону работы сети (надежность,

живучесть, пропускная способность и др.) [1–4, 23]<sup>1</sup>. Например, оценка клиентского потенциала телекоммуникационной сети включает набор специфических показателей:

- количество абонентов на конец периода (по сегментам);
- прирост абонентов за период (по сегментам);
- отток абонентов за период (по сегментам);
- средний доход от абонента;
- среднее время разговора на абонента;
- средняя цена минуты;
- средние затраты на привлечение абонента;
- средние затраты на удержание абонента.

Значительно меньше внимания уделяется экономической эффективности создания и поддержания эксплуатации телекоммуникационной сети.

**Объект исследования** – телекоммуникационная сеть как специфический объект управления при ее формировании, поддержании и планирования развития.

**Предмет исследования** – эффективность функционирования телекоммуникационной сети.

**Цель исследования** – разработать инструментарий и систему показателей, позволяющих провести оценку телекоммуникационной сети с учетом ее экономических, технических, управленческих и пользовательских особенностей. Для проведения исследования были изучены работы отечественных и иностранных авторов, проведен их анализ, использованы методы научного синтеза и обобщения.

#### **Актуальность**

«Форма общества определяется скорее природой средств человеческой коммуникации, нежели её содержанием» [5, 6]. Средство коммуникации, по Маклюэну, внешние продолжения сознания, которые отражаются в языке и способах поведения человека.

Информация – это «рабочее тело» процесса связи. Информация не существует без обмена ею, так как предназначение информации только в том, что её передадут и примут (в частности, сохранят в памяти и извлекут из неё) [7].

Объем рынка телекоммуникационных услуг непрерывно повышается. В России в 2022 г. он превысил 1,8 трлн. руб. (рост 1,5 %)<sup>2</sup>. На 2023 г. ожидается сохранение темпов роста. Ключевым элементом этого рынка является мобильная связь (более 60 % выручки).

Согласно тенденциям развития телекоммуникационной сети в начале XXI века, она должна быть высокоорганизованной, интеллектуальной, автоматизированной, соответствовать техническому уровню высокоразвитых стран мира, обеспечивать передачу разнообразных сообщений и предоставление пользователям широкого спектра услуг с высоким качеством и надежностью [8]<sup>3</sup>.

Потребление информации для человека также важно, как и потребление пищи – это наша базовая потребность. Однако, информация полезна только в том случае, если она поступила своевременно, без ошибок и в полном объеме потребителю.

Роль коммуникаций в экономике, с учетом теоретических, методических и практических аспектов, рассматривали многие авторы: Посошков И. (один из первых, 1724 г.), А. Смит, Д. Рикардо, А. Маршалл, Галимов И.Р., Еремина Е.В., Крамин Т.В., Цвылев Р.И., Горенбургов М.А., Мартынов Л.М., Маслов Н.С., Крандал Р., Нипо Д., Прадхан Р., Мэнкью Г., Найебел Т., Джеймсон М., Холт Л. и др.

Представительный обзор работ по взаимосвязи показателей телекоммуникационной сети с темпами развития национальной экономики сделан в работе Галимова И.Р. [9]. В публикации Роллера Л. и Уэвермана Л. 2001 на основе статистического анализа данных развития 21 страны

<sup>1</sup> Олифер В.Г., Олифер. Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2010. - 944 с.

<sup>2</sup> Российский рынок телекоммуникаций. Итоги 2022 года. ТМТ Консалт. Tmt-consulting/ru

<sup>3</sup> Анализ существующей телекоммуникационной сети организации. Информационный ресурс. cyberpedia.su



за 20 лет сделан вывод, что «около трети роста валового внутреннего продукта в соотношении на душу населения могут быть результатом вложений в инфраструктуру телекоммуникационной системы» [10].

Пример системной оценки показателей качества функционирования сети приводится в работе [11]. Здесь выделены группы показателей: производительность, скорость и точность.

Работы по оценке значимости, эффективности, ценности телекоммуникационной сети ведутся многими авторами. Они дополняют друг друга, открывают новые направления исследования. Учитывая высокие темпы развития телекоммуникационных сетей, их непрерывное техническое совершенствование и освоение новых областей применения, показатели, оценивающие их состояние и ценность, совершенствуются как по составу, так и по методам расчета [12–16].

### **Результаты исследования**

Мы остановимся на предлагаемой комплексной методике технико-экономической оценки телекоммуникационной сети как специфического объекта управления для телекоммуникационной компании. Такая методика включает предлагаемый набор и методы расчета оценок, учитывающих техническое состояние, потребительскую полезность и эффективность, оцениваемого объекта. На основе проведенного анализа [17–22 и др.] совокупность оценок классифицирована на 8 групп с вычислением интегральной оценки:

- пользовательская характеристика сети;
- технологический уровень;
- технологическая новизна;
- оценка технологического суверенитета сети;
- импортная зависимость;
- ценность сети;
- эффективность сети;
- оценка качества работы сети.

Рассмотрим эти группы показателей.

#### ***Пользовательская характеристика сети***

Укрупненные характеристики телекоммуникационной сети показывают ее масштаб и специализацию:

- набор предоставляемых услуг (транспортные, информационные, компьютерные, телефония, интерактивные, широковещательные);
- территория, в пределах которой предоставляются услуги;
- количество уровней сети доступа;
- интенсивность трафика;
- тип клиентов, на которых ориентируются услуги (индивидуальные, корпоративные);
- имеющаяся во владении оператора сети инфраструктура (линии связи, коммутационное оборудование, информационные серверы и т. п.).

Исходя из масштаба и совокупности пользовательских характеристик, рассматриваемые сети можно разделить на группы (крупные, средние и мелкие; национальные, региональные и корпоративные).

#### ***Технологический уровень***

Технологический уровень телекоммуникационной сети характеризуется «поколениями». Переход систем связи по поколениям – 1G, 2G, 3G и т. д. – это повышение базовых возможностей техники и технологии, ценности систем связи.

Переход технология связи от одного поколения к следующему дает новые возможности для потребителей, расширяет области применения телекоммуникаций, стимулирует развитие отраслей экономики.

«В контексте “новой инфраструктуры” 5G является фундаментальной коммуникационной инфраструктурой. Высокоскоростная связь может не только обеспечить важную поддержку сетей для других инфраструктур, таких как центры обработки данных, искусственный интеллект и промышленный интернет вещей, но и ускорять внедрение в различных отраслях таких ИТ, как большие данные и облачные вычисления. Это важно для цифровой экономики» (Сунь Сунлинь, профессор Пекинского университета почты и телекоммуникаций)<sup>4</sup>. Высокоскоростная передача данных определит следующий этап технологической революции.

Рейтинговая оценка технологического уровня  $k_1$  может быть принята как приближение к 1. В настоящее время за  $k_1 = 1$  принимается оборудование 6G, за  $k_1 = 0$  – оборудование 1G, следовательно, сети более низкого технологического уровня будут характеризоваться оценками:

$$3G - k_1 = 0,4; \quad 4G - k_1 = 0,6; \quad 5G - k_1 = 0,8.$$

### ***Технологическая новизна***

Технологическая новизна показывает сравнение технико-эксплуатационных показателей используемого оборудования с лучшими аналогами, имеющимися у других предприятий, отечественными или зарубежными. При этом сравнение осуществляется по значимым показателям применения оборудования. Это может быть энергопотребление в единицу времени, надежность, масса, ремонтпригодность и т. д.

Оценивается технологическая новизна через систему показателей, приводимых к одному интегральному –

$$k_2 = \left( \sum_{j=1}^n a_j p_j / p_j^0 \right) / n, \quad 0 \leq a_j \leq 1,$$

где  $a_j$  – коэффициент значимости  $j$ -го показателя оборудования для учета в интегральной оценке;  $p_j$  – фактическая величина  $j$ -го показателя;  $p_j^0$  – величина  $j$ -го показателя у лучшего зарубежного или отечественного аналога. Коэффициенты  $a_j$  оцениваются экспертами, исходя из важности показателя для интегральной работоспособности оборудования.

Приводимое соотношение предполагает, что лучшим является большее значение показателя, в противном случае оценка вычисляется как

$$p_j^0 / p_j.$$

Если показатель у используемого оборудования лучший среди аналогов, то оценка принимается за 1.

При выборе эталонной модели возможны два варианта:

- выбор лучшего оборудования из аналогов;
- выбор совокупности лучших показателей от разных аналогов.

При прочих равных условиях более высокий технологический уровень оборудования обеспечивает лучшую конкурентоспособность компании.

### ***Оценка технологического суверенитета сети***

Понятие «технологический суверенитет» появилось в научной литературе в последние 10 лет. Устоявшегося его определения пока нет. научных работ по этой тематике немного.

Технологический суверенитет – это защищенность интересов компании от:

- недружественных действий партнеров – поставщиков оборудования;
- осложнений, возникающих в связи с неблагоприятными внешними тенденциями;
- последствий событий в мире и государстве.

<sup>4</sup> Почему 5G называют фундаментом цифровой экономики. Цифровизация промышленности 2023.



«Например, В.К. Фальцман предлагает под технологическим суверенитетом понимать способность того или иного вида экономической деятельности обеспечить народное хозяйство своей продукцией надлежащего качества, пусть даже частично за счет ее импортных поставок, но при обязательном условии возмещения импортных затрат за счет поступлений от реализации собственного экспорта» [22]. Полная технологическая безопасность возможна исключительно на основе отечественного оборудования, которое должно соответствовать лучшим мировым достижениям.

Особую значимость этой проблемы для информационной инфраструктуры подчеркивает соответствующий Указ президента РФ № 166 от 30.03. 2022<sup>5,6</sup>.

Для оценки технологического суверенитета необходима система индикаторов.

Нами предлагается использовать для оценки технологического суверенитета компании совокупность из трех факторов:

1. импортная зависимость,
2. технологическая новизна,
3. эффективность оборудования.

#### *Импортная зависимость*

Данный фактор характеризует импортную зависимость от стран поставщиков оборудования двумя показателями:

укрупненный –

$$k_3 = \sum_i b_i / B,$$

детализированный –

$$k_3 = \sum_i b_i r_i / B, \quad 0 < r_i \leq 1,$$

где  $B$  – общая стоимость оборудования;  $b_i$  – стоимость  $i$ -й импортной составляющей;  $r_i$  – риск срыва  $i$ -й импортной поставки (при замене, ремонте, отказе).

Величина  $r_i$  зависит от категории страны-импортера (степень вовлеченности в международную кооперацию с Российской Федерацией); риска разрыва кооперации; наличие альтернативы для используемой импортной поставки (возможно с худшими показателями).

#### *Ценность сети*

Ценность сети – определим как потенциальную доступность, в которой любой пользователь может «связаться» в случае необходимости. Сетевой эффект – это эффект в экономике, при котором ценность товара или услуги для одного пользователя зависит от числа других потребителей данного товара (услуги), [24, 25]<sup>7</sup>.

Первым законом, определяющим ценность сети, был закон Дэвида Сарноффа – «финансовая стоимость вещательной сети прямо пропорциональна количеству людей, которые ею пользуются» –

$$V = K \times n.$$

Затем была предложена формула полезности сети, формула Роберта Меткалфа –

<sup>5</sup> Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 "О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации"

<sup>6</sup> Завьялов С.В., Речинский А.В., Синепол В.С. Технологии инфокоммуникационных сетей. СПб., Изд-во Политех-пресс. 2019. -654 с.

<sup>7</sup> Гаврилук А., Рожков В. Минцифры предлагает кооперацию с дружественными странами для развития сетей связи. Forbes. 2023. Электронный ресурс. [www.forbes.ru/tekhnologii/489945](http://www.forbes.ru/tekhnologii/489945)

$$V = K \times n^2,$$

где  $K$  является коэффициентом ценности,  $n$  — числом пользователей сети.

Согласно Р. Меткалфу «ценность всей системы растет быстрее, чем число элементов сети (приблизительно как квадрат числа компонентов)». В дальнейшем практика показала, что этот закон преувеличивает ценность сети общего пользования, поскольку он не учитывает типичные шаблоны использования. В больших сетях относительно меньшее количество пользователей, как правило, генерирует большую часть трафика.

Корректируя формулу Меткалфа, Дэвид Рид предположил (2001 г.), что «ценность больших сетей может экспоненциально увеличиваться в зависимости от размера сети».

Затем Дж. Ципф (американский лингвист из Гарвардского университета) высказал предположение, что оценка ценности (полезности) сети может быть определена следующим образом:

$$V = n \log n.$$

В нем, в отличие от первых трех законов, ранжируются ценности связей. Чем больше сетевых подключений, тем сильнее интернет влияет на экономику и общество.

Закон Дж. Гильдера гласит, что «пропускная способность растет как минимум в три раза быстрее, чем компьютерная мощность».

Род Бекстром в 2009 г. сформулировал, что «стоимость сети равна чистой стоимости, добавленной к транзакциям каждого пользователя, которые проводятся через эту сеть, оцениваются с точки зрения каждого пользователя и суммируются для всех». Этот закон, предполагает, что полезность сети зависит не только от размера (как в Законе Меткалфа), но и от полезности времени, проведенного с использованием сети.

Джозеф Наккио, исполнительный директор телекоммуникационной отрасли, предположил, что «количество портов и цена за порт шлюза IP улучшаются на два порядка каждые 18 месяцев». Это положение опирается на тенденции технического и пространственного развития сети, предполагая, что сложившиеся тенденции сохраняются в будущем<sup>8</sup>.

Прежде, чем сформулировать предлагаемую зависимость для оценки ценности сети отметим ряд положений, которые следует иметь в виду, предлагая правило оценки сети:

1. Оценивая ценность сети, следует учитывать, что взаимодействия в глобальных сетях:

- снижают экономические риски;
- сокращают затраты времени;
- способствуют росту общей производительности в экономике
- снижают издержки пользователей за счет роста скорости обработки и передачи информации
- сокращают время разработки новых продуктов и осуществления сервисного обслуживания.

2. Конечному пользователю нужны доступность сервисов, их качество и разнообразие, разумные цены на услуги и контент. Пользователю также желательно получать необходимые виды обслуживания.

3. Сетевые операторы заинтересованы в привлекательности своей инфраструктуры для всех возможных категорий потребителей ее услуг, в возмещении затрат, позволяющем развивать сеть связи по таким параметрам, как покрытие, пропускная способность, функциональность, а также в прибыльности бизнеса.

Отмеченные выше факторы, позволяют предложить скорректированную формулу Ципфа —

$$k_4 = R r_1 r_2 r_3 n \log n, \quad 0 \leq r_i \leq 1, \quad i = 1, 2, 3.$$

<sup>8</sup> Захаров Г. (2019) Семь основных законов компьютерной сети. <https://solutics.ru/internet-i-set/sem-osnovnyh-zakonov-kompyuternyh-setej/>



где  $k_4$  – оценка полезности сети;  $n$  – число пользователей сети;  $r_1$  – показатель качества покрытия территории, устойчивости приема и передачи;  $r_2$  – показатель присутствия сетей компании в других регионах;  $r_3$  – показатель соответствия принятых в сети тарифов ценностным представлениям пользователей;  $R$  – коэффициент пропорциональности расчетных единиц, учитываемых показателей, единицам измерения ценности сети.

#### **Эффективность сети**

Оценивается через два показателя затрат:

1. инвестиционная эффективность (стоимость оборудования –  $B$ );
2. эксплуатационная эффективность (текущие расходы  $h$ ).

Основные результирующие показатели телекоммуникационного оборудования:

средний объем передаваемого трафика за сутки  $V$ ;

пропускная способность в секунду  $g$ .

Показатели эффективности будут:

$$k_5^1 = (V/B) / (V^0/B^0), \quad k_5^2 = (g/B) / (g^0/B^0),$$

$$k_5^3 = (V/h) / (V^0/h^0), \quad k_5^4 = (g/h) / (g^0/h^0).$$

Здесь величины с индексом  $^0$  ( $V^0, B^0, g^0, h^0$ ) – это показатели лучшего зарубежного или отечественного аналога.

Интегральный показатель технологического суверенитета

$$k_5 = \left( \sum_{i=1}^4 c_i k_5^i \right) / 4, \quad 0 \leq c_i \leq 1,$$

где  $c_i$  – коэффициент значимости  $i$ -го показателя.

Значение интегрального показателя находится в интервале от 0 до 1.

#### **Оценка качества работы сети**

Увеличение объема информации требует сокращения времени доставки и получения абонентом необходимой информации. Измерение и оценка качества услуг – важнейшие составляющие эффективного менеджмента в телекоммуникациях.

Согласно рекомендациям Международного союза электросвязи, выделяют качество телекоммуникационных услуг (качество функционирования сети) и качество обслуживания (удовлетворения пользователей).

Для количественной оценки показателей функционирования передачи данных Международный союз электросвязи установил следующие показатели<sup>9</sup>:

- средняя задержка передачи пакетов информации;
- отклонение от среднего значения задержки передачи пакетов информации;
- коэффициент потери пакетов информации;
- коэффициент ошибок в пакетах информации.

В France Telecom сбор данных по обслуживанию трафика ведется в течение 25 лет, причем последнее десятилетие он осуществляется круглосуточно в автоматизированном режиме. Контроль примерно 20 показателей качества позволяет судить об обслуживании трафика в режиме реального времени, надежности работы сети и собирать сведения, необходимые для маркетинга<sup>10</sup>.

Методика France Telecom содержит пять групп показателей:

1. показатели трафика,

<sup>9</sup> Рекомендации Международного союза электросвязи.: <http://niits.ru/public/2009/2009-017.pdf>

<sup>10</sup> Методы оценки и основные показатели качества телекоммуникационных услуг в традиционных сетях. Бобродобро. Manager. bobrodobro.ru

2. процент потерь вызовов из-за занятости и технических неисправностей при установлении соединений, и их составляющие,
3. нагрузка в ЧНН пучков межстанционных соединительных линий;
4. показатели надежности окончного станционного оборудования и каналов (на основе заявлений абонентов);
5. показатели маркетинга.

Выполненный анализ опыта национальных и зарубежных компаний позволяет предложить следующие обобщенные показатели функционирования сети: устойчивость (надежность, живучесть, помехоустойчивость), своевременность, достоверность (потери, ошибки), информационная безопасность, качество обслуживания.

Из отдельных показателей отметим:

- время ответа о наличии или отсутствии технической возможности с момента подачи потребителем заявления;
- время выполнения начального подключения к сети;
- количество повреждений в расчете на одну абонентскую линию;
- время ответа для справочных услуг;
- доля неуспешных вызовов;
- среднее время установления соединения;
- доля некорректно выставленных счетов;
- степень удовлетворённости потребителей качеством обслуживания;
- степень удовлетворённости потребителей техническими параметрами качества услуги;
- степень удовлетворённости потребителей качеством технической поддержки телекоммуникационной услуги.

«Наша цель — предоставить лучший сервис в каждый дом. И, конечно же, компании важно знать, как оценивают нашу работу клиенты» .

Улучшение качества обслуживания клиентов включает:

- анализ и применение лучших практики обслуживания клиентов
- оценка удобства пользования услугами (возможность решения проблем клиента и получение информационной и консультационной поддержки в любое время и через различные каналы обслуживания);
- разработка и внедрение передовых стандартов работы с абонентами (скорость подключения услуг, времени дозвона в службу поддержки и т. д.);
- разработка перспективных (не имеющих аналогов уникальных и экономически привлекательных продуктов) пакетов услуг;
- применение привлекательной тарифной линейки;
- оптимизация соотношения стоимости и наполнения пакетного предложения телекоммуникационных услуг.

Предлагаемая Комплексная система оценки качества работы специалистов Центров технического обслуживания включает несколько видов и уровней показателей. Она направлена на автоматизацию процесса оценки качества и внедрение оценок качества в систему принятия решений.

Мнение клиентов собирается с помощью специально разработанной формы и состава показателей оценки качества работы со стороны клиента:

- стоимость работ по установке оборудования;
- время исполнения работ по установке оборудования;
- стоимость телекоммуникационных услуг;
- качество работы оборудования;
- качество технической поддержки.



Клиент оценивает каждый показатель  $h_j$  по школе от 1 до 5 баллов, на основе чего автоматически формируется отчет (фактическая обратная связь) –

$$k_6 = \left( \sum_{j=1}^n a_j h_j / 5 \right) / n,$$

где  $n$  – число показателей;  $a_j$  – коэффициенты значимости показателей.

### Интегральная оценка сети

Предложенная методика оценки телекоммуникационной сети включает 6 показателей  $k_i$ . Они позволяют обоснованно принимать решение пользователю при выборе оператора связи, телекоммуникационной компании при построении стратегии развития. Менеджмент телекоммуникационной компании может:

- обосновать необходимость национальных программ создания телекоммуникационного оборудования (выделение государственного финансирования, предоставление льготных кредитов, освобождение от НДС НИОКР);
- стимулировать разработку целевой программы перспективного спроса на соответствующее телекоммуникационное оборудование, с предоставлением отечественным производителям гарантий спроса;
- определить направление инвестирования в разработку и заказ соответствующих НИОКР;
- определить направления поиска альтернативных поставщиков оборудования;
- обосновать необходимость создания совместного производства по критическому оборудованию и т. д.

Интегральная оценка позволяет оценить телекоммуникационную сеть комплексно, учитывая все отмеченные выше компоненты. Методы построения такой оценки могут быть различные (матрица критериев, метод парных сравнений, метод АВС-анализа, экспертная оценка составляющих, иерархия критериев и др.) Нами предлагается единая количественная оценка, сформированная на экспертной свертке частных показателей.

Использование взвешенной интегральной оценки позволяет выбрать экспертные оценки каждому показателю, учитывая различные факторы.

$$J = \sum_{j=1}^6 c_j k_j / 6,$$

где  $c_j$  – экспертная оценка  $j$ -го показателя;  $k_j$  – значение частного  $j$ -го показателя.

### Заключение

В результате проведенного исследования была разработана комплексная методика оценки телекоммуникационной сети. Она системно учитывает важнейшие технические, потребительские и экономические показатели.

Предлагаемую методику планируется использовать для выработки рекомендаций по развитию и совершенствованию телекоммуникационной сети с целью повышения конкурентоспособности и эффективности телекоммуникационной компании.

Разработанная система показателей может стать основой для рейтинговой оценки национальных и региональных сетей, сетей различных операторов, участков сети в рамках одного оператора.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гольдштейн Б.С., Маршак М.А., Мишин Е.Д., Соколов Н.А., Тум А.В. (2009) Показатели функционирования мультисервисной сети связи общего пользования. *Техника связи: Технологии и средства измерений*, 3–4.
2. Корниенко И.В., Чередниченко П.И., Корниенко С.П. (2013) Оценка эффективности автоматизированной телекоммуникационной сети. *Электротехнические и информационные комплексы и системы*. 9 (1), 97–100.
3. Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е. (2020) Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030. *Информационные технологии и телекоммуникации*. 8 (2), 32–43.
4. Гавлиевский С.Л., Карташевский В.Г., Проскура Д.В. и др. (2018) *Принципы построения мультисервисной сети ПАО «Ростелеком»*. М.: Горячая линия-Телеком, 228.
5. Маршалл Маклюэн. (1962) *Галактика Гутенбергов: становление типографского человека*. Изд-во Университет Торонто, 293.
6. Михалев Г.А., Литвинов Н.В., Леус Д.М., Шмыгалев Е.Г. (2020) Анализ существующих видов связи. *Молодой ученый*, 13 (303), 22–25.
7. Бородин А.С., Волков А.Н., Мутханна А.С., Кучерявый А.Е. (2021) Искусственный интеллект в сетях связи пятого и последующих поколений. *Электросвязь*, 1, 17–22.
8. Макаров В.В., Сеница С.А., Годун А.Д. (2020) Состояние и развитие телекоммуникационного рынка России. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 8, 151–154.
9. Галимов И.Р. (2021) Влияние телекоммуникаций на экономическое развитие регионов в западной и восточной России. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 11, 165–171.
10. Roller L.H., Waverman L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American Economic Review*, 91 (4), 909–923.
11. Карганов В.В., Расчесова А.Г., Кудряшов В.А. (2016) Показатель оценки эффективности систем связи и их элементов. *Информатика, телекоммуникации и управление*, 1 (236), 7–14, DOI: <https://doi.org/10.5862/JCSTCS.236.1>
12. Мищенко Д.А., Львов А.А., Светлов М.С. и др. (2021) Полумарковская модель телекоммуникационной сети с динамическим управлением. *Известия ЮФУ. Технические науки*, 5 (222), 49–60. DOI: <https://doi.org/10.18522/2311-3103-2021-5-49-60>
13. Рыбин М.А., Шарипов С.А. (2023) Управление информационными рисками в телекоммуникационных системах. *Научно-технический вестник Поволжья*, 2, 114–116.
14. Бородин А.С., Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е. (2021) Искусственный интеллект в сетях связи пятого и последующих поколений. *Электросвязь*, 1, 17–22.
15. Алзагир А.А., Парамонов А.И., Кучерявый А.Е. (2022) Исследование качества обслуживания в сетях 5g и последующих поколений. *Электросвязь*, 6, 2–7.
16. Ali R.A., Koucheryavy A. (2022) Artificial intelligence driven 5g and beyond networks. *Telecom IT*. 10 (2), 1–13.
17. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. (2010) *Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура*. М.: ЭкоТрендз, 284.
18. Бочкарев Н. (2013) Обзор стандарта связи LTE. *Электронные компоненты*, 1, 45–50.
19. Алешков М.В., Басов В.А. (2016) Оценка эффективности системы связи при ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера. *Технология техносферной безопасности*, 6, 1–4.
20. Данилов А.Н., Шуршаков Н.Н., Максимов С.П. (2021) Альтернативный метод оценки характеристик функционирования мультисервисных сетей связи будущего поколения. *Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03–04 марта 2021 года*, 23–25.
21. Цыбизов А.А. (2009) Оценка эффективности сетей связи. *Вестник РГРТУ*, 3 (29).
22. Степанова Т.Д. (2022) Технологический суверенитет России как элемент экономической безопасности. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 12 (9), 567–577. DOI: <https://doi.org/10.34670/AR.2022.19.76.044>
23. *Telecommunications industry at cliff's edge – 2016*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com> [Accessed 28.08.2023].
24. Наговицын А.И. (2010) За гранью информационной безопасности. *Защита и безопасность*, 52, 21–23.



25. Манаппов А.Р., Якубов Т.Я., Гаврилов А.В. (2015) Импортозамещение в области телекоммуникационного оборудования: национальные интересы и безопасность. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 14, 1–13.

## REFERENCES

1. Gol'dshteyn B.S., Marshak M.A., Mishin E.D., Sokolov N.A., Tum A.V. (2009) Pokazateli funktsionirovaniya mul'tiservisnoy seti svyazi obshchego pol'zovaniya. *Tekhnika svyazi: Tekhnologii i sredstva izmereniy*, 3–4.
2. Kornienko I.V., Cherednichenko P.I., Kornienko S.P. (2013) Otsenka effektivnosti avtomatizirovannoy telekommunikatsionnoy seti. *Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy*. 9 (1), 97–100.
3. Volkov A.N., Mutkhanna A.S.A., Kucheryavy A.E. (2020) Seti svyazi pyatogo pokoleniya: na puti k setyam 2030. *Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii*. 8 (2), 32–43.
4. Gavlievskiy S.L., Kartavsheskiy V.G., Proskura D.V. i dr. (2018) *Printsipy postroeniya mul'tiservisnoy seti PAO «Rostelekom»*. M.: Goryachaya liniya-Telekom, 228.
5. Marshall Maklyuen. (1962) *Galaktika Gutenbergov: stanovlenie tipografskogo cheloveka*. Izd-vo Universitet Toronto, 293.
6. Mikhalev G.A., Litvinov N.V., Leus D.M., Shmygalev E.G. (2020) Analiz sushchestvuyushchikh vidov svyazi. *Molodoy uchenyy*, 13 (303), 22–25.
7. Borodin A.S., Volkov A.N., Mutkhanna A.S., Kucheryavy A.E. (2021) Iskusstvennyy intellekt v setyakh svyazi pyatogo i posleduyushchikh pokoleniy. *Elektrosvyaz'*, 1, 17–22.
8. Makarov V.V., Sinitsa S.A., Godun A.D. (2020) Sostoyanie i razvitie telekommunikatsionnogo rynka Rossii. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 8, 151–154.
9. Galimov I.R. (2021) Vliyanie telekommunikatsiy na ekonomicheskoe razvitie regionov v zapadnoy i vostochnoy Rossii. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava*, 11, 165–171.
10. Roller L.H., Waverman L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American Economic Review*, 91 (4), 909–923.
11. Karganov V.V., Raschesova A.G., Kudryashov V.A. (2016) Pokazatel' otsenki effektivnosti sistem svyazi i ikh elementov. *Informatika, telekommunikatsii i upravlenie*, 1 (236), 7–14, DOI: <https://doi.org/10.5862/JCSTCS.236.1>
12. Mishchenko D.A., L'vov A.A., Svetlov M.S. i dr. (2021) Polumarkovskaya model' telekommunikatsionnoy seti s dinamicheskim upravleniem. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*, 5 (222), 49–60. DOI: <https://doi.org/10.18522/2311-3103-2021-5-49-60>
13. Rybin M.A., Sharipov S.A. (2023) Upravlenie informatsionnymi riskami v telekommunikatsionnykh sistemakh. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Povolzh'ya*, 2, 114–116.
14. Borodin A.S., Volkov A.N., Mutkhanna A.S.A., Kucheryavy A.E. (2021) Iskusstvennyy intellekt v setyakh svyazi pyatogo i posleduyushchikh pokoleniy. *Elektrosvyaz'*, 1, 17–22.
15. Alzagir A.A., Paramonov A.I., Kucheryavy A.E. (2022) Issledovanie kachestva obsluzhivaniya v setyakh 5g i posleduyushchikh pokoleniy. *Elektrosvyaz'*, 6, 2–7.
16. Ali R.A., Koucheryavy A. (2022) Artificial intelligence driven 5g and beyond networks. *Telecom IT*. 10 (2), 1–13.
17. Tikhvinskiy V.O., Terent'ev S.V., Yurchuk A.B. (2010) *Seti mobil'noy svyazi LTE: tekhnologii i arkhitektura*. M.: EkoTrendz, 284.
18. Bochkarev N. (2013) Obzor standarta svyazi LTE. *Elektronnye komponenty*, 1, 45–50.
19. Aleshkov M.V., Basov V.A. (2016) Otsenka effektivnosti sistemy svyazi pri likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy tekhnogennoy kharaktera. *Tekhnologiya tekhnosfernoy bezopasnosti*, 6, 1–4.
20. Danilov A.N., Shurshakov N.N., Maksimov S.P. (2021) Al'ternativnyy metod otsenki kharakteristik funktsionirovaniya mul'tiservisnykh setey svyazi budushchego pokoleniya. *Sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy otraslevoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Tekhnologii informatsionnogo obshchestva», Moskva, 03–04 marta 2021 goda*, 23–25.
21. Tsybizov A.A. (2009) Otsenka effektivnosti setey svyazi. *Vestnik RGRTU*, 3 (29).
22. Stepanova T.D. (2022) Tekhnologicheskii suverenitet Rossii kak element ekonomicheskoy bezopasnosti. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. 12 (9), 567–577. DOI: <https://doi.org/10.34670/AR.2022.19.76.044>.

23. *Telecommunications industry at cliff's edge – 2016*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com> [Accessed 28.08.2023].

24. Nagovitsyn A.I. (2010) Za gran'yu informatsionnoy bezopasnosti. *Zashchita i bezopasnost'*, 52, 21–23.

25. Manappov A.R., Yakubov T.Ya., Gavrilov A.V. (2015) Importozameshchenie v oblasti telekommunikatsionnogo oborudovaniya: natsional'nye interesy i bezopasnost'. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 14, 1–13.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS**

**ГЛУХОВ Владимир Викторович**

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

**Vladimir V. GLUKHOV**

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

**ЛОГИНОВ Александр Евгеньевич**

E-mail: Loginov.amur@gmail.com

**Aleksandr E. LOGINOV**

E-mail: Loginov.amur@gmail.com

*Поступила: 01.11.2023; Одобрена: 11.12.2023; Принята: 11.12.2023.*

*Submitted: 01.11.2023; Approved: 11.12.2023; Accepted: 11.12.2023.*