

## ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ УСЛУГ СВЯЗИ СО СТОРОНЫ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

*Логинов И.В.*

В работе предложена методика оценивания качества предоставления высокоуровневых услуг связи (телекоммуникационных продуктов) со стороны оператора связи. Она заключается в учете всех предоставляемых в рамках соглашения об уровне обслуживания телекоммуникационных и дополнительных услуг с расчетом для них априорных оценок требуемых ресурсов с учетом заданного доверительного интервала. Интервальная сумма оценок ресурсоемкости, доверительный интервал и требования соглашения об уровне обслуживания образуют искомую оценку качества предоставления высокоуровневой услуги связи.

**Ключевые слова:** оценивание, телекоммуникационный продукт, оператор связи, услуга связи, качество, предоставление услуг

### Введение

В настоящее время предоставление конечным потребителям услуг электросвязи подразумевает предоставление не одной услуги, а их пакета. В литературе такое понятие получило наименование телекоммуникационного продукта, или высокоуровневой услуги связи. Оценивание качества таких услуг возможно с двух сторон – как со стороны потребителя, так и со стороны поставщика услуги. Оценивание с точки зрения поставщика является более сложной задачей – во-первых, пакет услуг необходимо рассматривать в процессе всего жизненного цикла их предоставления, а во-вторых – предоставление услуг связано с неизвестностью в потребности в ресурсах для заданного уровня обслуживания. Наиболее актуальной является задача получения априорных оценок качества предоставления услуг, которые могут быть использованы при планировании развития предоставляемых услуг. В работе для ее решения рассматривается подход к оцениванию, заключающийся в получении согласованных априорных оценок качества предоставленной услуги и ресурсоемкости их обеспечения [1], что позволяет свести задачу оценивания к расчету для каждого уровня обслуживания оценок ресурсоемкости.

### Существующие подходы к оцениванию качества высокоуровневых услуг связи

Переход к управлению сетями связи на уровне телекоммуникационных продуктов, непосредственно предоставляемых потребителям, требует

наличия соответствующего инструментария оценивания их качества. Такие телекоммуникационные продукты (в соответствии со стандартом eTOM) представляют собой высокоуровневые услуги связи. В настоящее время отмечается низкая формализация оценок качества таких услуг, приводящая к многозначной интерпретации диапазонов значений и даже самих отдельных параметров услуг [2-4].

В литературе [2] отмечается значительная разобщенность частных моделей качества предоставления высокоуровневых услуг связи (телекоммуникационных продуктов), возникающая на стыке требований пользователя, его оборудования, сети связи, и поставщиков дополнительных услуг. Исправление такой ситуации определяет необходимость языка описания требований (спецификаций) услуг. В [3] отмечается, что качество услуг связи, предоставляемых оператором связи, включает различные требования (параметры) и в общем случае предполагает оценки доступности услуги, политики контроля ресурсов, включая соглашения об уровне обслуживания, а также требования к качеству обслуживания вторичных потребителей. Соглашения об уровне обслуживания бывают трех видов (поставщика, потребителя и внутренние).

Требования к оцениванию качеству высокоуровневых услуг связи рассматривается на верхнем уровне соглашений об уровне обслуживания. На уровне телекоммуникационных продуктов разрабатываются KQIs (key quality indicators – ключевые показатели качества) и представляющие собой специфические параметры конечного телекоммуникационного продукта. Определение KQIs продуктов (высокоуровневых услуг) реализуется на основе KQIs сервисных услуг и KPIs сети связи [5]. Предполагается, что оценка качества высокоуровневых услуг с точки зрения провайдера может включать следующие параметры: показатели качества обслуживания, тарифы, отчетность, обязательства и штрафы [4]. Важнейшими оценками при этом являются доступность услуги и степень ее деградации. Другим важным параметром являются особенности правовой ответственности, возникающей при предоставлении услуг. Так, в [6] рассмотрена нормативная обязанность оператора связи предоставлять услу-

гу надлежащего качества и возникающие при этом правовые последствия. Это требует уточнения форм договоров при их составлении для формализации правовой ответственности.

Методики оценивания качества предоставления высокоуровневых услуг опираются на многопараметрические модели. В [7] предложена методика оценивания качества услуги связи, применяемая при модернизации сетей связи. Она базируется на основе мультипликативной модели, включающей шесть параметров качества. В [8] рассмотрен анализ качества предоставления высокоуровневых (с позиций всего жизненного цикла) услуг связи на основе модели SERVQUAL, учитывающей параметры качества, такие как надежность, точность, доступность и качество поставщика. Итоговый анализ качества высокоуровневых услуг осуществляется с точки зрения удовлетворения потребностей конечного потребителя услуг. В [9] предложено оценивать качество на основе семимерной модели MS-Qual, включающей требования как к услугам связи, так и к их поставщику. В [10] представлена многомерная модель оценивания услуг сторонних поставщиков при их интеграции в инфраструктуру заказчика.

Оценивание качества высокоуровневых услуг в целом определяется в том числе и на основе оценок отдельных услуг из пакета, которые реализуются на основе расчета оценок качества отдельных параметров. В [11] отмечены технические показатели качества услуги связи, связанные с предоставлением мгновенных (единичных) услуг связи – организации отдельных вызовов, и предлагается их формализация для большинства видов электросвязи. Анализ показывает, что для большинства низкоуровневых услуг параметры качества формализованы в нормативных документах. Для расчета оценок показателя качества предоставления составной услуги для сложной сети, в которой услуга включает несколько частных услуг с различными характеристиками, используется схема, предложенная в [12]. В [13] представлены подходы к оцениванию качества на основе измерения параметров, и в частности предложено использование нечетких множеств для оценивания качества. На практике также могут применяться другие подходы к оцениванию: интервальный и недоопределенный.

Результаты анализа методов и способов оценивания качества предоставления высокоуровневых услуг показывает, что используются многопараметрические модели, учитывающие технические, системные, организационные и

правовые параметры. При этом оценка идет по целевым параметрам требований соглашений об уровне обслуживания и ресурсоемкости. При этом они не в полной мере учитывают весь жизненный цикл предоставления услуги связи, что определяет актуальность разработки методики априорного оценивания качества предоставления высокоуровневой услуги связи.

### **Оценивание высокоуровневых услуг связи с точки зрения всего жизненного цикла**

Высокоуровневая услуга связи представляет собой организационно-правовую услугу по предоставлению долговременной услуги связи (пакета таких системных услуг) и совокупности поддерживающих услуг (например, услуги техническая поддержка, услуги восстановления). Такая услуга связи может быть названа организационно-правовой, поскольку именно услуги такого рода рассматриваются в контракте (или в соглашении о предоставлении услуги) и учитывают соглашения об уровне обслуживания, включая ответственность сторон за исполнение условий предоставления услуги. В западной литературе (например в рекомендациях МСЭ) данный вид услуги называется продуктом (или телекоммуникационным продуктом), к которому предъявляется совокупность требований через определение клиентского соглашения об уровне обслуживания ( $SLA_{CL-OS}$ ) [5].

Высокоуровневые услуги связи предоставляются персоналом сети связи, отвечающим за взаимодействие с потребителем путем разработки предложений по услугам и их реализации на более низком уровне с использованием сети связи и интегрированных информационных систем взаимодействия с потребителем. В предоставлении высокоуровневых услуг связи выделяется несколько макроэтапов (см. рис. 1):

- предварительный этап – предполагает согласование пакета услуг с потребителем, который включает согласование и оформление договорных отношений, развертывание технической и поддерживающей ее организационной инфраструктуры (первый этап включает три частных этапа типового жизненного цикла ИТ-услуги – концепция, разработка и создание);

- этап предоставления пакета услуг (как телекоммуникационных, так и поддерживающих) потребителям, в рамках которого выполняются эксплуатационные процессы предоставления услуг и их поддержки (соответствует этапу поддержки);

- этап завершения предоставления услуги, включающий апостериорную оценку качества предоставления услуг и свертывание инфраструктуры (соответствует этапу утилизации).

Предоставление высокоуровневых услуг организуется на основе имеющихся ресурсов сети связи и возможностей персонала по их предоставлению, а также дополнительных ресурсов и возможностей, которые могут быть получены в процессе развития сети связи.



Рис. 1. Оценка высокоуровневой услуги связи на всем жизненном цикле

Существующие системы управления сетью связи напрямую оказывают влияние на качество предоставления высокоуровневых услуг связи. Совокупность организационных и части эксплуатационных процессов определяет возможности оператора связи по взаимодействию с потребителями, планированию (проектированию, разработке и т.п.) услуг, поддержки предоставления услуг в разных условиях функционирования.

Для адекватного планирования развития высокоуровневых услуг связи оценивание их качества должно реализовываться на основе оценок всего жизненного цикла. Это предполагает оценивание

телекоммуникационного продукта в целом с точки зрения единого системного подхода. С точки зрения потребителя услуги, задача оценивания имеет более простое решение, связанное с фиксацией ресурсной (в данном случае финансовой) составляющей модели оценивания. Для оператора вопрос учета и оценивания затрат ресурсов на предоставление услуг является значительно более сложной задачей, особенно при априорном оценивании.

Под качеством предоставления высокоуровневой услуги связи с точки зрения оператора связи можно понимать соответствие затрат ресурсов на предоставление услуг, соответствующих установленным соглашениям об уровне обслуживания потребителя. В этом случае с точки зрения оценивания всего телекоммуникационного продукта необходимо определить вероятностно-временные показатели соответствия предоставляемых услуг связи требованиям соглашения об уровне обслуживания и затрачиваемым на их обеспечение ресурсами.

Общая схема оценивания высокоуровневой услуги с точки зрения ее жизненного цикла может быть описана совокупностью целевых требований и потребностью в ресурсах всех видов. С точки зрения целевых показателей фиксируются достижимые варианты качества обслуживания и вероятность их достижения по каждой долговременной услуге. При этом рассматривается несколько уровней обслуживания. Для каждого из них по каждой основной услуге связи или поддерживающей услуге определяются диапазоны допустимых значений параметров. С точки зрения ресурсов учитываются все затраты ресурсов на организацию и предоставление всего пакета услуг (см. рис. 2). Согласно представленной схеме оценивания для определения затрат ресурсов необходимо учитывать полный жизненный цикл предоставления услуги связи – в рассматриваемом случае под ним понимается промежуток времени от начала правовых отношений оператора связи с потребителем и до их завершения. При этом в затратах ресурсов учитываются все технологические (производственные) процессы организации связи.

### Методика априорного оценивания качества высокоуровневых услуг связи

Определение качества предоставления высокоуровневых услуг требует разработки соответствующих методик. Модель оценивания качества должна включать, по крайней мере, следующие показатели:

-  $R$  - ресурсоемкость, это трудоемкость персонала и затраты ресурсов других видов на предоставление пакета услуг;

-  $SLA$  - результативность, это количество предоставленных услуг в соответствии с запросами потребителей и степень их соответствия соглашению об уровне обслуживания;

-  $t$  - оперативность, задержки времени на предоставление высокоуровневой услуги связи потребителям, определяемая длительностью первого этапа жизненного цикла.

Априорное оценивание качества предоставления услуг связи необходимо для планирования ресурсов при предоставлении телекоммуникационных продуктов заданного качества потребителю. Такое оценивание возможно только на уровне всей сети с учетом всего жизненного цикла предоставляемого продукта. Под качеством предоставления услуги в данной статье рассматривается два параметра: положительный эффект от реализации высокоуровневой услуги ( $SLA$ ) и совокупный расход ресурсов на ее предоставление  $R$  как  $Q = \langle SLA, R \rangle$ .

Оценка качества предоставления услуги связи заключается в определении для заданного уровня обслуживания оценки расхода ресурсоемкости:  $\hat{Q} = \langle SLA^{mp}, \hat{R} \rangle$ . Положительный эффект от реализации услуги, задаваемый в соглашениях о качестве обслуживания ( $SLA$ ), в котором в том или ином виде описываются все параметры основных услуг связи и поддерживающих услуг. Следует отметить, что в  $SLA$ , согласуемых с потребителями, в большинстве случаев прописываются только критически важные параметры. Однако в любом случае параметры качества обслуживания подразумеваются и для всех остальных компонентов услуги (внешние параметры организационных и эксплуатационных процессов).

На практике в рамках одной высокоуровневой услуги предоставляется пакет из десятков услуг с общим числом параметров, достигающих сотни – формализация которых весьма трудозатратна. С точки зрения априорности оценивания – в данном случае параметры соглашения об уровне обслуживания являются требуемыми, то есть  $SLA^{mp} = const$ . Априорная оценка расхода ресурсов на обеспечение заданного качества обслуживания потребителя при предоставлении услуги может быть определена на основе адаптированной методики оценивания потребностей в ресурсах, предложенной в [14]. Непосредственно расходимые на поддержку жизненного цикла ресурсы подразделяются на материальные  $r_m$  и тру-

довые  $r_l$ . Для первого макроэтапа расходуются еще и временные  $r_t$  ресурсы. Это позволяет представить итоговый расход ресурсов в виде суммы частных показателей расхода ресурсов вида

$$R = r_m + r_l + r_t.$$

Обеспечение принятого пользовательского  $SLA$  требует расхода ресурсов на реализацию организационных и эксплуатационных процессов. В общем случае априорная оценка расхода ресурсов для обеспечения принятого  $SLA^{mp}$  может быть задана функцией плотности вероятности, отражающей вероятность расхода определенного числа ресурсов для достижения заданного целевого эффекта (см. рис. 2).

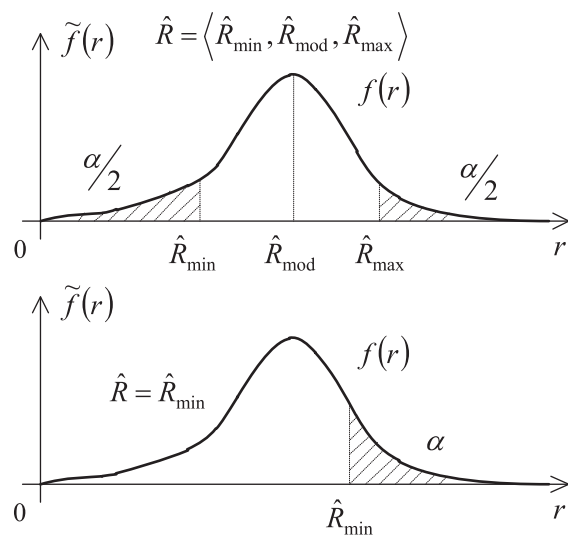


Рис. 2. Способы оценивания ресурсоемкости

Для информационно-телекоммуникационной отрасли широкое применение нашли два способа оценки ресурсоемкости. Оба способа предполагают определение величины доверительного интервала  $(1 - \alpha)$ , который отражает адекватность полученной оценки. Первый способ предполагает оценку диапазона значений ресурсоемкости через определение минимального, моды и максимального расхода ресурсов:

$$\hat{R} = \langle \hat{R}_{\min}, \hat{R}_{\text{mod}}, \hat{R}_{\max} \rangle;$$

$$P(SLA \geq SLA^{mp}) \geq (1 - \alpha), R \in [\hat{R}_{\min}, \hat{R}_{\max}].$$

Второй вариант заключается в определении максимального значения расхода ресурсов, при котором вероятность достижения заданного значения  $SLA$  превышает требуемое значение:

$$\hat{R} = \hat{R}_{\min};$$

$$P(SLA \geq SLA^{np}) \geq (1 - \alpha), R \leq \hat{R}_{\min}$$

На практике для  $\alpha$  принимаются значения в диапазоне 0,1 ... 0,2, что связано с высокой степенью неопределенности расхода ресурсов на единичные ИТ-проекты. Для массовых высокоуровневых услуг используется значительно меньшее значение степени неопределенности.

Поскольку непосредственно рассчитывать априорную ресурсоемкость путем калькуляции затрат практически невозможно, то оценивание предлагается осуществлять на основе метода аналогии [14]. В соответствии с данным методом предлагается соотносить оцениваемую высокоуровневую услугу с известной услугой-аналогом, предоставляемой ранее оператором связи, с учетом эффектов новизны, масштаба и важности. Различие в особенностях предоставления услуг по расходу ресурсов определяет необходимость использования трех типов услуг-аналогов (см. рис. 3):

- аналогов услуг связи по развертыванию технической инфраструктуры, оцениваемых по всем трем показателям ресурсоемкости;
- аналогов систем затрат ресурсов на поддержку предоставления услуг связи, реализуемые эксплуатационными процессами, которые включают в свой состав материалы и трудовые ресурсы;
- аналогов систем затрат ресурсов на организацию предоставления услуг связи, реализуемые организационными процессами, которые включают в свой состав материалы и трудовые ресурсы.

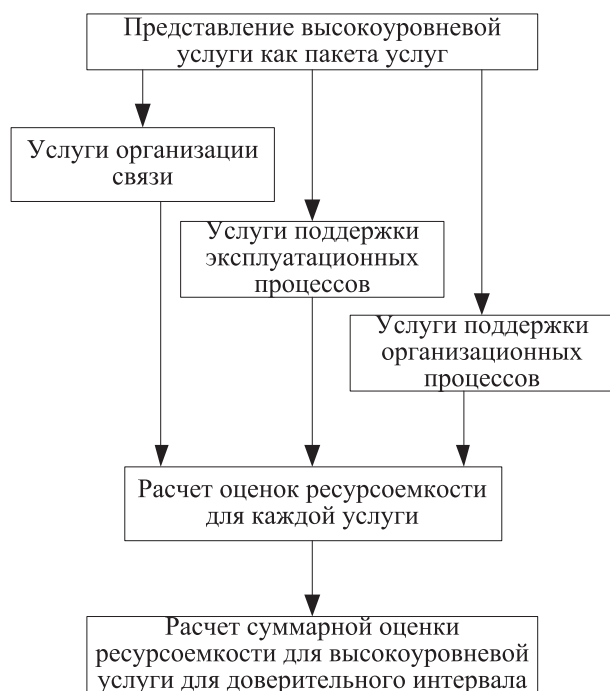


Рис. 3. Расчет ресурсоемкости на основе аналогов

Каждый аналог услуги связи по развертыванию технической инфраструктуры характеризуется оценками ресурсоемкости, заданными в виде трех оценок:  $\tilde{r} = \langle \tilde{r}_{\min}, \tilde{r}_{\text{mod}}, \tilde{r}_{\max} \rangle$ . Услуга-аналог и оценки ее ресурсоемкости определяются на основе проектов, реализованных оператором связи ранее (учет таких данных осуществляется в системе поддержки жизненного цикла услуг связи). Оцениваемая услуга может отличаться от аналога по новизне, сложности реализации, а также требованиям по качеству предоставления. Значения оценок ресурсоемкости рассчитываются умножением ресурсоемкости услуги-аналога на коэффициенты, отражающие влияние частных факторов:

$$\tilde{r}_r = \tilde{r}_r^{an} \times k_{нов} \times k_{слож} \times k_{кач}$$

где  $\tilde{r}_r^{an}$  – оценка ресурсоемкости услуги-аналога;  $k_{нов}$ ;  $k_{слож}$ ;  $k_{кач}$  – коэффициенты, отражающие новизну услуги для оператора связи, сложность поддержки услуги, требуемый уровень качества предоставления услуги.

Все производственные (организационные и эксплуатационные) процессы, используемые для предоставления услуги, сопоставляется с одним из реализованных процессов-аналогов, для которых известны оценки ресурсоемкости. Отличия оцениваемого процесса заключаются в его сложности и в уровне качества услуги, который должен обеспечиваться. При этом под сложностью понимается сложность процессов технической поддержки, а под качеством сервиса – уровень предоставляемых услуг по технической поддержке и сопровождению информатизированного бизнес-процесса. Дополнительно прогнозируется длительность предоставления высокоуровневой услуги. Учет представленных факторов позволяет рассчитать оценки ресурсоемкости на основе формулы  $\tilde{r}_f = \tilde{r}_f^{an} k_{слож} k_{кач} t_{П}$ . Интегральные оценки ресурсоемкости предоставления высокоуровневых услуг определяются совокупной оценкой ресурсоемкости услуг организации, а также ресурсоемкостью реализации эксплуатационных и организационных процессов:

$$\hat{R} = \sum_{i=0}^I \hat{R}_i^{np} + \sum_{j=0}^J \hat{R}_j^{np} + \sum_{k=0}^K \hat{R}_k^{np},$$

при общем числе предоставляемых услуг в пакете услуг равно:  $n = I + J + L$ , где  $I$  – количество услуг организации связи,  $J$  – количество эксплуатационных процессов поддержки предоставления пакета услуг,  $L$  – количество организационных процессов.

На выходе методики получается оценка качества предоставления высокоуровневой услуги связи с точки зрения поставщика услуг в виде совокупности параметров качества обслуживания, доверительного интервала и оценок ресурсоемкости:

$$\hat{Q} = \langle SLA^{mp}, \langle \hat{R}, \alpha \rangle \rangle.$$

Возможность предоставления оператором высокоуровневой услуги связи с различными соглашениями об уровне качества обслуживания позволят получить множество оценок качества предоставления услуги:

$$Q = \left\{ \langle SLA_i^{mp}, \langle \hat{R}_i, \alpha \rangle \rangle_i \right\}.$$

Полученные по представленной методике оценки качества предоставления услуг могут использоваться при сравнении вариантов реализации услуг на этапе технико-экономического анализа проектов предоставления услуг связи, а также для сравнительного анализа предоставления различных высокоуровневых услуг связи.

### Заключение

В работе предложена методика оценивания качества предоставления высокоуровневых услуг связи. Она заключается в учете всех принимаемых обязательств в рамках соглашения об уровне обслуживания услуг и априорной оценке для них потребности в ресурсах с учетом заданного доверительного интервала. Априорная оценка осуществляется на основе метода аналога с использованием поправочных коэффициентов. Полученные оценки качества предоставления услуг могут использоваться при сравнении вариантов реализации высокоуровневых услуг (телекоммуникационных продуктов) при планировании проектов портфелей продуктов, а также для сравнительного анализа предоставления различных высокоуровневых услуг связи.

### Литература

1. Логинов И.В. Оценивание эффективности альтернатив направлений модернизаций АСУ предприятий на этапе технико-экономического анализа // ИКТ. 2012. №4. – С. 53-59.
2. Wallin S., Leijon V. Multi-Purpose Models for QoS monitoring // In 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW'07). IEEE Computer Society, 2007. – P. 900-905.

3. Carvalho de Gouveia F., Magadan T. Quality of service in telecommunication network // Telecommunication Systems and Technologies. Vol. II, 2008. – 21 p.
4. Акчурин Э.А., Родионов С. Метод оценки качества услуг связи, предоставляемых провайдерами фиксированной связи // ИКТ. Т. 8, № 1, 2010. – С. 79-82.
5. Amani N., Alipour E. Analysis of Performance and Quality Parameters for Service Level Agreement in Long Distance Calls Service // Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Vol II. Hong Kong, March, 2008. – 4 p.
6. Жевняк О.В., Шаблова Е.Г. Правовая регламентация обязанности оператора оказать услугу связи надлежащего качества // Вестник УрФУ. Сер. Экономика и управление. № 6, 2009. – С. 133-140.
7. Терехов А.Н. Проект методики интегральной оценки качества телефонного общения при модернизации сетей и/или введении новых услуг связи // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. № 10, 2012. – С. 112-116.
8. Loke S-P, Ayankunle Adegbite Taiwo, Ha-nisah Mat Salim, Alan G. Downe Service Quality and Customer Satisfaction in a Telecommunication Service Provider // 2011 International Conference on Financial Management and Economics IPEDR. Vol.11. IACSIT Press, Singapore, 2011. – P. 24-30.
9. Seyed Yaghoob Hosseini, Manijeh Bahreini Zadeh, Alireza Ziaei Bideh Providing a Multidimensional Measurement Model for Assessing Mobile Telecommunication Service Quality (MS-Qual) // Iranian Journal of Management Studies (IJMS) Vol.6, No.2, July 2013. – P. 7-29.
10. Логинов И.В. Методика оценивания информационно-телекоммуникационных услуг сторонних поставщиков на всем жизненном цикле // Информационные системы и технологии. № 2 (76), 2012. – С. 29-38.
11. Гаврилов А.В., Морозов А.М. Оценка качества обслуживания в сетях UMTS/GSM // Вестник Пермского НИПТУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. №5, 2011. – С. 276-279.
12. Максименко В.Н., Васильев М.А. Устойчивость показателей качества сложных услуг СПС на границе производительности // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. №3, 2010. – С. 39-44.

13. Соколов Д.П. Теория нечетких множеств как основа SLA в IP сетях // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. №4, 2009. – С. 50-53.
14. Логинов И.В. Оценивание ресурсоемкости реинжиниринга информатизированных биз-

нес-процессов // Информационно-управляющие системы. №1 (62), 2013. – С. 85-92.

## THE ESTIMATING THE QUALITY OF TELECOMMUNICATION SERVICE DELIVERY FOR TELECOMMUNICATION OPERATOR

Loginov I.V.

The methodic of quality estimating for telecommunication products delivery for telecommunication operator. Its based on calculation all services, delivered into service layer agreement, and make apriority estimation for required resources with confidence interval. Interval summary value of resource-intensiveness, confidence interval and service layer agreement make required quality estimation.

**Keywords:** estimating, telecommunication product, telecommunication operator, telecommunication service, quality, service delivery.

Логинов Илья Валентинович, к.т.н., сотрудник Академии ФСО РФ (г. Орел). Тел. 8-910-303-80-60. E-mail: liv@list.ru

УДК 681.3

## ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТУРА КРИВОЙ В ПРОФИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Дязитдинов Р.Р.

В статье рассматривается задача совмещения сигналов в профильных системах. Опорный сигнал задан в аналитическом виде и описывается уравнением параболы, а входной сигнал – в виде совокупности точек на плоскости. Задача совмещения решается с использованием линеаризации модели, при которой тригонометрические функции заменяются приближенными формулами.

**Ключевые слова:** контур, профильная система, линеаризация модели, совмещение сигналов.

### Введение

В профильных системах неразрушимого контроля широко используются профильные системы (триангуляционные сканеры). Они предназначены для поисков дефектов и измерения диагностической информации, которую можно определить по контуру исследуемого объекта.

Получение диагностической информации сопряжено с задачами распознавания контуров известной формы, которые определяют контрольные (реперные) точки, используемые непосредственно для измерения.

Сигнал, получаемый с триангуляционных датчиков, имеет множество черт, которые делают его похожим на сигналы в системах связи. Однако существует принципиальное отличие между этими сигналами, которое связано с шагом дискретизации и наличием

таких преобразований сигнала, которые не позволяют каждому отсчету принятого цифрового сигнала поставить в соответствие отсчеты опорного сигнала (см. рис. 1).

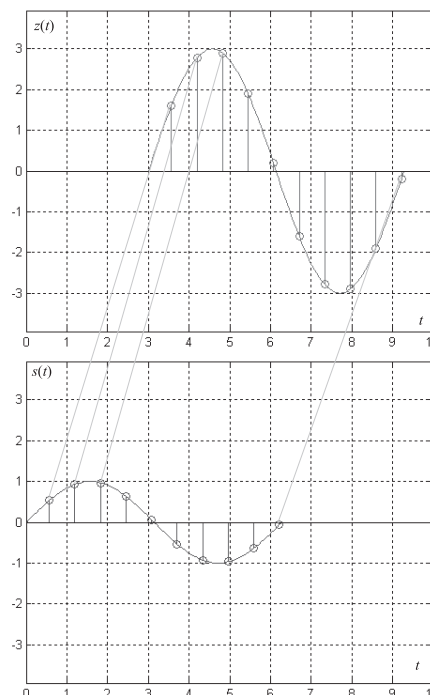


Рис. 1. Соответствие между принятым  $z(t)$  и опорным сигналом  $s(t)$  в системах связи