

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Я.С. ЯЗЛОВЕЦКИЙ,

старший научный сотрудник ОАО «Гипросвязь»,
yazlavetski@giprosvjaz.by

Л.Н. ВЕЛИЧКО,

директор по маркетингу и продажам
СООО «ИНФОРМАТЕК»

Статья посвящена вопросам выбора вариантов реализации экспертной системы контроля, вводимой в сеть передачи данных для улучшения качества обслуживания (QoS). Рассматривается обобщенная структура сети передачи данных, содержащая основные элементы экспертной системы контроля. Анализируются проблемы взаимодействия экспертной системы контроля с сетью передачи данных. Приводятся характеристики современных экспертных систем контроля, основанных на программных (Cisco IP SLA, ProLAN SLA-ON) и программно-аппаратных (WiSLA, FOSS) средствах. Показываются эффективность работы экспертной системы контроля, преимущества и недостатки различных вариантов включения элементов экспертной системы контроля в сети передачи данных. Предназначена для специалистов, занимающихся вопросами повышения качества обслуживания существующих систем передачи данных и заинтересованных в повышении эффективности работы экспертных систем контроля.

Определение понятия «качество обслуживания (пользователей услуг электросвязи)» (quality of service (QoS) of telecommunication service users) приводится в пункте 3.4.2 стандарта СТБ 1439 [1]: «Совокупность характеристик процесса и условий обслуживания, обеспечивающих удовлетворение установленных или предполагаемых потребностей пользователя услуг электросвязи».

Параметры QoS могут использоваться в договоре между оператором и пользователем услуги электросвязи, так называемом Соглашении об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA) [2].

На сегодняшний день задача обеспечения должного уровня качества обслуживания сетей электросвязи в Республике Беларусь является весьма актуальной. Об этом свидетельствуют Указ Президента Республики Беларусь [3], постановления Совета Министров Республики Беларусь [4], Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь, Министерства связи и информатизации Республики Беларусь [5] и др.

Существует известная модель четырех взглядов на QoS, которая охватывает все аспекты QoS с точки зрения оператора (провайдера) и абонента (клиента) услуг (Рекомендация ITU-T G.1000). На каждом этапе формируется определенный перечень

параметров QoS. Эти вопросы уже рассматривались авторами статьи в [6, 7].

Однако существуют проблемы мониторинга (контроля) параметров QoS, указанных в договорах между оператором и абонентом услуг электросвязи (договоры SLA). Очевидно, выполнение договора SLA предполагает гарантию оказания качественной услуги и подразумевает ответственность оператора, оказывающего услугу, перед абонентом. В договорах не приводят термин «SLA», но обозначение SLA является своего рода рекламой для привлечения новых клиентов. Договоры между оператором и абонентом могут оформляться при заведомо отсутствующей технической возможности контроля со стороны как абонента, так и оператора. В действительности оператор не в состоянии объективно отследить проблему у абонента, а абонент не может ничего доказать оператору, например после снижении скорости передачи из-за сбоев в «последней миле».

Решение таких проблем требует усилий по созданию экспертных систем контроля качества обслуживания на различных уровнях отношений (организационных и технических) между оператором и абонентом услуг электросвязи или другими операторами электросвязи.

В статье предлагается сравнительный анализ технических средств для решения таких проблем.

Таблица 1

Услуга	Параметр QoS	Нормативный документ ETSI
Все услуги	Время предоставления доступа по фиксированной сети Время предоставления доступа в интернет Доля проблем, связанных с процедурами переносимости номеров Интенсивность сообщений об отказе по линиям фиксированного доступа Время устранения отказа для линий фиксированного доступа Время ответа для услуг оператора Время ответа для справочных служб Время ответа для запросов администрации/счета Жалобы в отношении правильности выставления счетов Жалобы в отношении правильности кредита счетов предварительной оплаты Качество представления счетов Частота поступления жалоб клиентов Время разрешения жалоб клиентов Отношения с клиентами Профессионализм справочной службы	EG 202 057-1
Голосовая телефонная связь	Коэффициент безуспешных вызовов Время установления вызова Качество речевого соединения Качество факсимильного соединения Скорость передачи данных при доступе в интернет по телефонной линии Коэффициент успешно переданных SMS Коэффициент полностью переданных SMS Время сквозной доставки для SMS	EG 202 057-2
Услуги подвижной связи	Применимы параметры раздела голосовой телефонной связи Коэффициент безуспешных вызовов Коэффициент пропавших вызовов Покрытие	EG 202 057-3
Доступ в интернет	Время регистрации Достижимая скорость передачи данных Коэффициент безуспешных передач данных Коэффициент успешной регистрации Односторонняя задержка	EG 202 057-4

Выбор параметров качества QoS

Выбор параметров QoS при создании перечня контролируемых параметров в договоре SLA зависит от вида услуг электросвязи. В дополнении I Рекомендации ITU-T E.802 представлен перечень параметров QoS и ссылки на стандарты, которые либо содержат определения параметров QoS и методы их измерения, либо полезны для разработки новых аналогичных параметров QoS. В таблице 1 (таблица I.1/E.802) содержится перечень параметров QoS, в настоящее время принятых в европейских стандартах ETSI. Аналогичные параметры приведены в Рекомендациях ITU-T: Y.1540, G.1020, G.1030, G.1040, G.1050, G.1080, O.211 и Y.1541 (<http://www.itu.int/pub/T-REC/ru>).

Назначение экспертной системы контроля

Существуют системы, которые наряду с задачами управления сетью электросвязи решают вопросы качества обслуживания. Это так называемые сети управления электросвязью (TMN). Основная цель такой сети заключается в управлении работоспособностью сетей электросвязи и предотвращении аварий оборудования и ухудшений качества передачи каналов связи. В рекомендациях ITU-T M.3010, касающихся принципов работы TMN, отражены вопросы управления качеством обслуживания. Однако

объективно оценить качество обслуживания услуг электросвязи возможно только с помощью независимой системы, полностью или частично не совмещенной с сетью передачи данных и использующей более точные методы оценки параметров QoS.

Такая система накопит статистику текущих параметров QoS, создаст отчеты и эффективно распределит ресурсы работы сети передачи данных. То есть улучшит качество существующих сетей передачи данных и одновременно удешевит себестоимость услуг электросвязи. Такие системы еще называют системами мониторинга SLA, или экспертными системами контроля качества обслуживания.

Сегодня существует множество экспертных систем контроля, как частично встроенных в сами сети передачи данных [8–10], так и отдельно функционирующих [11–13]. Для пояснения работы экспертных систем контроля в данной статье приведена обобщенная структура сети передачи данных с добавлением элементов экспертной системы контроля (рисунок 1).

На рисунке 1 выделены элементы построения экспертной системы контроля в виде программных (встроенные зонды «Абонент 1–1» и «Абонент 2–1») и аппаратных (зонды «Миля 1–1», «Миля 1–2», «Миля 2–1» и «Миля 2–2») средств, которые параллельно или/и последовательно включены в каналы передачи данных.

При **последовательном включении зондов** (In-line) в них возможны накопление и обработка потока данных с целью решения различных задач, например выявления аномальных (перегрузочных) потоков и снижения скорости передачи между определенными пользователями (по MAC или IP-адресу) до приемлемых значений. Такой вид включения зондов может использоваться для тестирования каналов данных без участия оконечного оборудования абонента (TE).

При **параллельном включении зондов** (Parallel) производится накопление текущих потоков данных для регистрации аномальных явлений и передачи информации в сервер с последующим принятием решения администратором экспертной системы контроля.

При передаче информации об измеренных параметрах QoS могут использоваться отдельные или те же каналы связи и оборудование передачи данных, что и для оказания основных услуг электросвязи. В этом случае передача не должна существенно влиять на уменьшение скорости передачи данных и соответственно на снижение качества обслуживания при оказании услуг электросвязи.

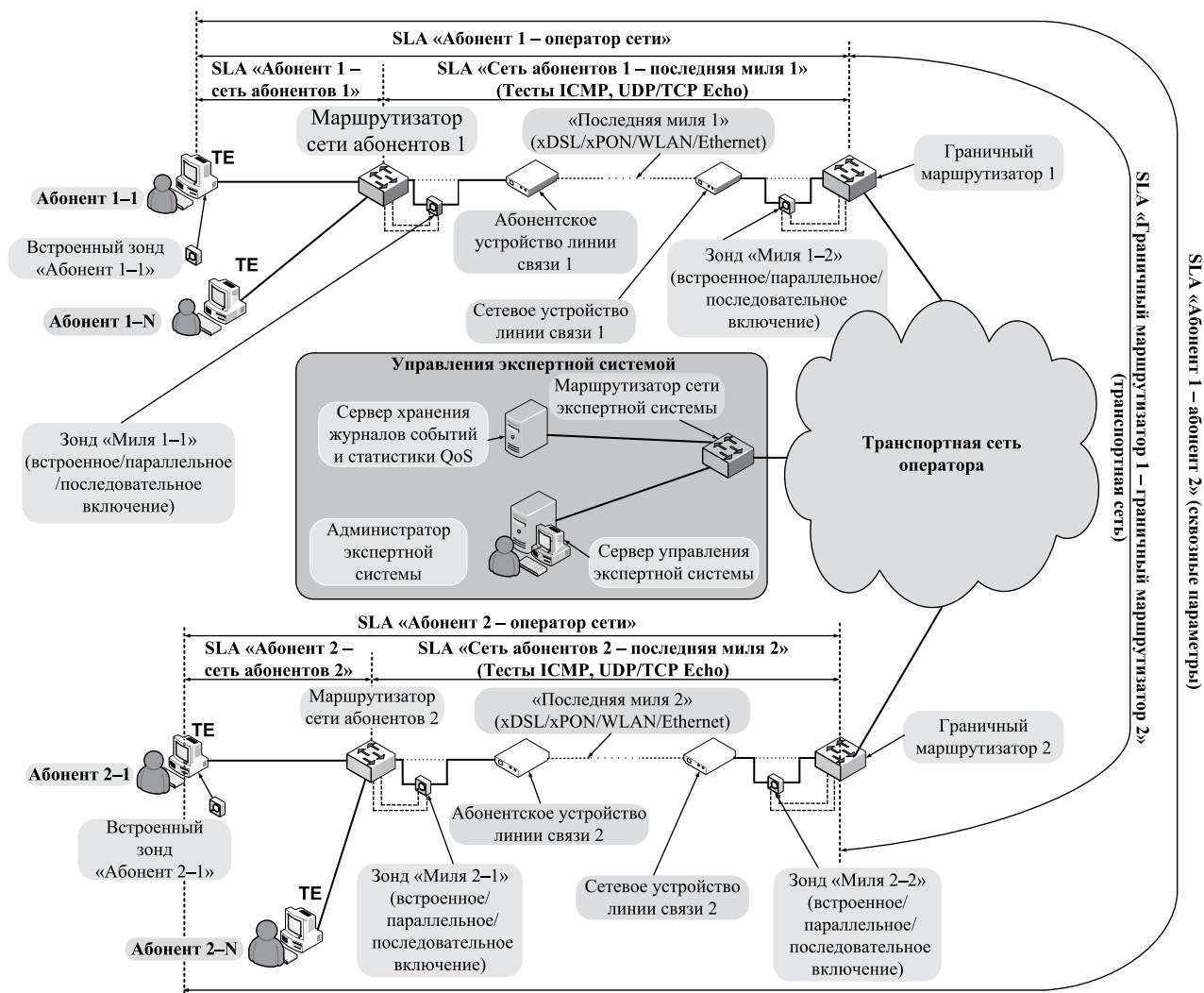


Рисунок 1

Выбор варианта реализации экспертной системы контроля

Рассмотрим программные и программно-аппаратные средства экспертных систем контроля, доступные в Республике Беларусь и Российской Федерации.

Приведем пример реализации **программных средств** – пакета программ на платформе IP SLA фирмы Cisco, осуществляющей мониторинг качества связи [8]. Тестируемые встраиваемые зонды платформы IP SLA находятся внутри оборудования, и если оно выходит из строя, то оценку параметров QoS для канала данных между рассматриваемым оборудованием произвести невозможно. Поэтому платформа функционирует при условии, что все составные элементы сети передачи данных и платформа IP SLA работоспособны вплоть до самого низкого качества обслуживания.

Платформа IP SLA Cisco содержит следующие тестовые программы: dhcp DHCP Operation; dns DNS Query Operation; ethernet Ethernet Operations; ftp FTP Operation; http HTTP Operation; icmp-echo ICMP Echo Operation; icmp-jitter ICMP Jitter Operation; path-echo Path Discovered ICMP Echo Operation;

path-jitter Path Discovered ICMP Jitter Operation; tcp-connect TCP Connect Operation; udp-echo UDP Echo Operation; udp-jitter UDP Jitter Operation; voip Voice Over IP Operation; IP SLA Jitter.

Приведенный перечень охватывает все уровни сетевой модели OSI (Рекомендация ITU-T X.200): физический (сеть Ethernet), сетевой (протокол IP), транспортный (протоколы TCP, UDP и ICMP), прикладной (протоколы FTP и HTTP, услуга VoIP). В данной статье не ставится задача подробного описания работы платформы IP SLA. О реализации и методах тестирования в рамках платформы IP SLA можно узнать в [8, 9]. Например, услуга электро-связи «передача голоса по сети с технологией передачи пакетов данных» наиболее чувствительна к задержкам потоков данных и изменениям задержек во времени. В этом случае наиболее ценной тестовой программой для такой услуги из платформы IP SLA является IP SLA Jitter.

Как известно, на качество воспроизводимого голоса влияют несколько параметров одновременно:

- *односторонняя задержка* (End-to-end (one way) delay) – задержка пакета данных при передаче в одну сторону. По Рекомендации ITU-T

G.114 максимальное значение односторонней задержки, при которой сохраняется высокое качество голоса, определено значением, меньшим или равным 150 мс. При задержке 250 мс человек ощущает заметный дискомфорт, а при задержке 300 мс разговор распадается на фрагменты, которые невозможно связать в слитную речь. Независимо от типа применения не рекомендуется превышать значение 400 мс;

- *изменение задержки во времени (Jitter)* – ситуация, при которой различные пакеты данных голосового трафика могут приходить с разными задержками во времени. Эту флуктуацию и определяет параметр Jitter;

- *коэффициент потери пакетов (Packet loss)* – это потери пакетов данных вследствие большой задержки передачи, превышающей интервал ожидания.

Результаты измерения трех приведенных параметров отображаются на IP-телефоне фирмы Cisco непосредственно во время вызова другого абонента. Существуют два способа узнать эти результаты [8]:

- на странице IP-телефона зайти в меню: Streaming Statistics > stream 1;
- дважды нажать на кнопку «?» клавиатуры IP-телефона.

При этом возможна оценка качества по комбинации значений из трех параметров. Тестовая программа IP SLA Jitter позволяет привести их к «общему знаменателю» и рекомендовать или не рекомендовать абоненту начать разговор. Этой единой оценкой качества является величина MOS (Mean Opinion Score, усредненная экспертная оценка) или R (средняя балльная оценка).

Качество передачи речи по требованиям СТБ/ОР «Услуги телефонной связи» должно оцениваться по шкале MOS (R) балл, не менее 3,6 ($R > 70$) [14]. Используя зависимость, указанную на рисунке 2 [Figure 1/G.114], норма $R > 70$ соответствует задержке менее 400 мс.

На рисунке 2 отражены условные пять областей качества передачи речи при соответствующей задержке «направление ото рта к уху». Таким образом, в зависимости от значения задержки можно определить качество речи.

Другим примером **программных средств** являются программные продукты под общим названием ProLAN SLA-ON [10]. Эта платформа осуществляет следующие группы функций:

- 1) «оценочные тесты», реализованные в виде XML-файлов на скриптовом языке. Они выполняют измерения параметров QoS при активном тестировании элементов сети;

- 2) «корреляцию светофоров». Измерительные зонды, встроенные в оборудование (коммутаторы,

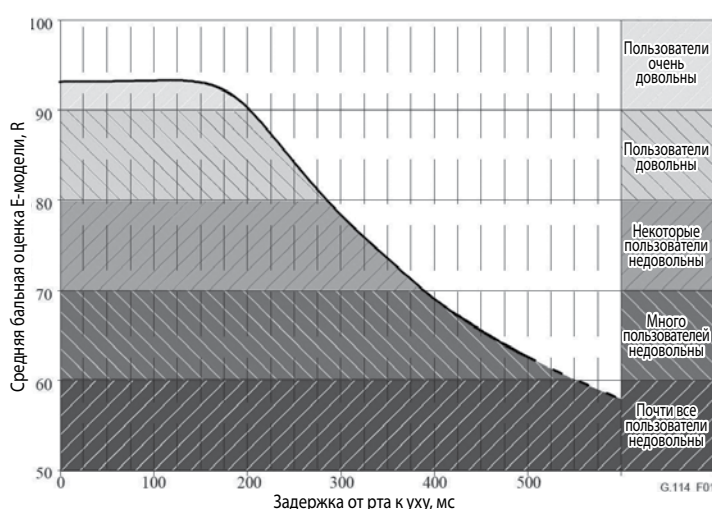


Рисунок 2 [Figure 1/G.114]

маршрутизаторы, серверы, каналы связи, бизнес-приложения и т. д.), автоматически измеряют параметры QoS. Оценка результатов измерений представляется в цвете «светофора», который характеризует эффективность работы элементов. По корреляции состояния цвета других «светофоров» можно быстро установить причину возникшей проблемы;

- 3) «комплексное управление сразу», представляющее собой программную систему, объединяющую технологии сетевых управлений: SNMP, WMI, NetFlow, sFlow, IP SLA Cisco.

Программные продукты компании ProLAN хорошо интегрируются с системами управления других производителей, например таких, как HP OpenView Network Manager, HP OpenView Service Desk и Network Instruments Observer Suite.

Рассмотрим пример **программно-аппаратных средств** в виде комплекса wiSLA (well integrated SLA) фирмы Wellink [11, 12]. Комплекс wiSLA выполняет следующие функции:

- контроль качества услуг электросвязи и сервисов приложений на основе измерения параметров QoS в режиме реального времени (непрерывный мониторинг);
- поддержку тестовых программ платформы IP SLA фирмы Cisco;
- использование возможностей открытого интерфейса API (application programming interface) для интеграции с существующими экспертными системами контроля и удобного доступа к функциям комплекса wiSLA;
- использование вычисляемых показателей качества (KQI) и др.

Комплекс wiSLA производит тестирование сети передачи данных с помощью так называемых измерительных программно-аппаратных или программных SLA-зондов. Совместимость комплекса

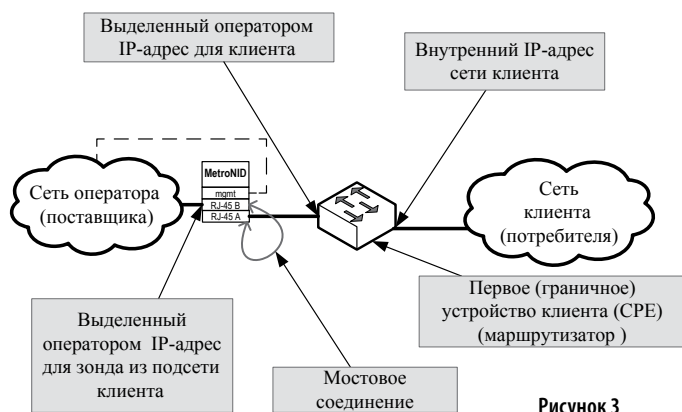


Рисунок 3

с оборудованием других производителей позволяет осуществлять контроль с использованием разных аппаратных и программных зондов как своих собственных (WiProbe, ETL.Mini, ETL.Micra, ETL.Micra2), так и других фирм (Метротек (BERcut ETL), Accedian Networks Inc (EtherNID, MetroNID, MetroNODE LT), Cisco для реализации платформы IP SLA (маршрутизаторы 891 Series, 1841 Series и 2600), Huawei (ATN905/910i), RAD (Carrier Ethernet ETX-203A), Raisecom (ISCOM RAX 700 Series) и OneAccess (1645 Series)) [15].

Приведем примеры включения таких зондов.

На рисунке 3 показан пример последовательной схемы включения зонда MetroNID на площадях оператора в режиме моста через виртуальное соединение на 3-м уровне сетевой модели OSI.

Достоинствами **последовательного включения** зонда MetroNID (рисунок 3) являются:

- простота схемы включения и быстрая установка в сеть;
- способность сети передачи данных работать без изменений при отключении питания зонда;
- возможность прозрачной работы всех протоколов взаимодействия, включая BGP проведения тестов по измерению пропускной способности канала по RFC-2544.

Однако существует и недостаток: на каждый зонд требуется выделение дополнительного IP-адреса из сети клиента.

Существует другой вариант подключения зонда (рисунок 4). Это **параллельное соединение** зонда Metro/EthernetNID через свободный порт маршрутизатора на площадях клиента. Достоинствами параллельного включения зонда Metro/EthernetNID являются возможность его включения в сеть клиента без дополнительного IP-адреса и простота установки. При этом требуется только перенастройка оборудования (маршрутизатора). Однако в результатах отчета измерения будет присутствовать системная ошибка, связанная с «подмешиванием» потоков данных зонда в поток данных

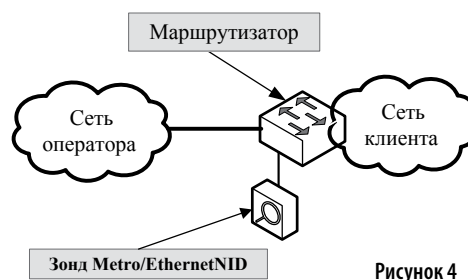


Рисунок 4

оказываемой услуги. Это приведет к снижению пропускной способности канала связи для основной услуги.

Говоря о методах тестирования, используемых комплексом wiSLA, следует отметить метод измерения параметров качества IP-соединений, в основу которого заложен метод «подмешивания» тестового трафика в активные соединения без ухудшения состояния параметров QoS (Рекомендация ITU-T Y.1542).

Комплекс wiSLA прошел длительный путь метрологической аттестации в Белорусском государственном институте метрологии (БелГИМ). В частности, получены свидетельство о калибровке зондов, сертификат об утверждении типа средств измерений, разработана методика выполнения измерений [6]. Таким образом, измерения, проведенные комплексом wiSLA, могут считаться объективными (или легитимными) при рассмотрении конфликтов между операторами электросвязи и абонентами в Республике Беларусь.

Еще одним примером **программно-аппаратных средств** реализации экспертных систем является аппаратно-программный комплекс (АПК) компании FOSS под торговой маркой iNUS EV SLA (Powered by Creanord) [13].

АПК основан на разработанной компанией Creanord (Финляндия) программе «Система контроля качества предоставления услуг связи и предоставления соглашений об уровне обслуживания (SLA) на IP-MPSL сетях». АПК позволяет оценивать следующие параметры QoS: задержку (Latency); двустороннюю задержку для TCP-приложений; коэффициент потери пакетов (Packet Loss); джиттер (Jitter); пропускную способность канала.

Измерения проводятся на уровнях 2–4-й сетевой модели OSI. В АПК используются зонды Accedian Networks Inc со схемами включения, показанными на рисунках 3 и 4.

Оценка параметров QoS оборудования сети передачи данных проводится с помощью так называемого удаленного кольцевания (заворот тестируемого потока данных).

По результатам измеренных параметров QoS программа EchoVault выполняет всесторонний

анализ и предоставляет результаты анализа администратору для оперативного принятия решения по возникшей проблеме.

Результаты сравнительного анализа характеристик существующих экспертных систем контроля

Приведенные примеры реализаций известных экспертных систем контроля позволяют увидеть преимущества и недостатки программных и программно-аппаратных средств.

1. Использование программных зондов, встроенных в элементы сети передачи данных (маршрутизаторы, коммутаторы, сервера и т. д.), позволяет проводить измерения параметров QoS непосредственно в процессе работы самого устройства. Это экономит денежные средства, но в то же время снижает быстродействие работы самого устройства. Возникают вопросы относительно точности измерений, особенно при больших нагрузках потока данных.

2. Использование программно-аппаратных средств позволяет сохранить быстродействие элементов сетей передачи за счет использования быстродействующих зондов, тем самым повышая качество обслуживания QoS. Но при этом увеличивается себестоимость оказываемых услуг электросвязи из-за стоимости вводимых зондов.

3. Параллельное включение зондов через дополнительный порт маршрутизатора сети передачи данных позволяет выполнять измерения параметров QoS без регистрации дополнительного IP-адреса. При оценке параметров QoS следует учитывать долю «подмешиваемого» тестового потока зонда.

4. Последовательное включение зонда в разрыв контролируемого канала данных позволяет осуществить прозрачную работу канала данных без «подмешивания» тестового потока зонда. При неисправности зонда или отключении его от электропитания зонд не мешает работе контролируемого канала данных и пропускает поток данных без искажения. Однако существует недостаток: на каждый зонд требуется выделение дополнительного IP-адреса.

Выводы

Приведенный анализ характеристик взаимодействия между экспертной системой контроля и сетью передачи данных позволяет сравнить достоинства и недостатки использования программных и аппаратно-программных средств, иметь информацию о существующих экспертных системах контроля для эффективного выбора с целью улучшения качества обслуживания и удешевления услуг электросвязи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Услуги электросвязи. Термины и определения: СТБ 1439–2008. Введ. 01.07.09. – Минск: Госстандарт: Проектный и научно-исследовательский РУП «Гипросвязь» (УП «Гипросвязь»), 2010, – 20 с.
2. International Telecommunication Union. SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of telecommunication services: concepts, models, objectives and dependability planning – Use of quality of service objectives for planning of telecommunication networks. ITU-T Recommendation E.860 (06/2002): Framework of a service level agreement.
3. Указ Президента Республики Беларусь № 46 от 23 января 2014 г. «Об использовании государственными органами и иными государственными организациями телекоммуникационных технологий».
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 843 от 26 сентября 2013 г. «О внесении дополнений и изменений в Правила оказания услуг электросвязи».
5. Постановление Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь и Министерства связи и информатизации Республики Беларусь № 3/6 от 25 апреля 2014 г. «Об утверждении Положения о порядке и условиях присоединения сетей электросвязи к сети электросвязи общего пользования, включая единую республиканскую сеть передачи данных, а также порядке их взаимодействия».
6. Величко Л.Н. Почему и кому нужен мониторинг каналов связи / Л.Н. Величко, А.В. Гришин // Веснік сувязі. – 2014. – № 5 (127). – 24–27 с.
7. Язловецкий Я.С. Планирование повышения качества услуг электросвязи / Я.С. Язловецкий // Веснік сувязі. – 2012. – № 6. – С. 32–37.
8. Мониторинг качества связи с помощью технологии IP SLA (Cisco IP SLA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ciscomaster.ru/node/16>. – Дата доступа: 02.03.2015.
9. Мониторинг устройств через PRTG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ciscomaster.ru/node/14>. – Дата доступа: 02.03.2015.
10. Семейство продуктов ProLAN SLA-ON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prolan.ru/solutions/diagnostics/slaon/index.html>. – Дата доступа: 02.03.2015.
11. Система WISLA (Well Integrated SLA). Описание решения. – BI Telecom, Metrotek – М., 2008. – 12 с.
12. Аппаратные измерительные зонды семейства EtherNID/MetroNID. Руководство пользователя – Wellink, 2012. – 35 с.
13. Контроль параметров SLA (аппаратно-программный комплекс (АПК) компании FOSS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsfocus.ru/solutions/sla.html>. – Дата доступа: 02.03.2015.
14. СТБ/ОР Услуги телефонной связи. Требования к качеству. Нормы и методы контроля [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.giprosvjaz.by/ru/new_page_4_4_15923/. – Дата доступа: 02.03.2015.
15. Поддерживаемое измерительное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wellink.ru/content/wisla_probes. – Дата доступа: 02.03.2015.