



Методология тестирования параметров функционирования сети в целях обеспечения качества услуг

**Директор Технопарка ФГУП ЦНИИС
Андреев Д.В.**

Международный обучающий семинар
ПОДХОДЫ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ В ЦЕЛЯХ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ СВЯЗИ

Москва

17-18 марта 2011

- I. Предпосылки возникновения необходимости обеспечения качества**
- II. Моделирование и рейтинговое тестирование (benchmarking)**
- III. Методология оценки параметров качества передаваемой медиа информации на действующей сети оператора**



I Предпосылки возникновения необходимости обеспечения качества



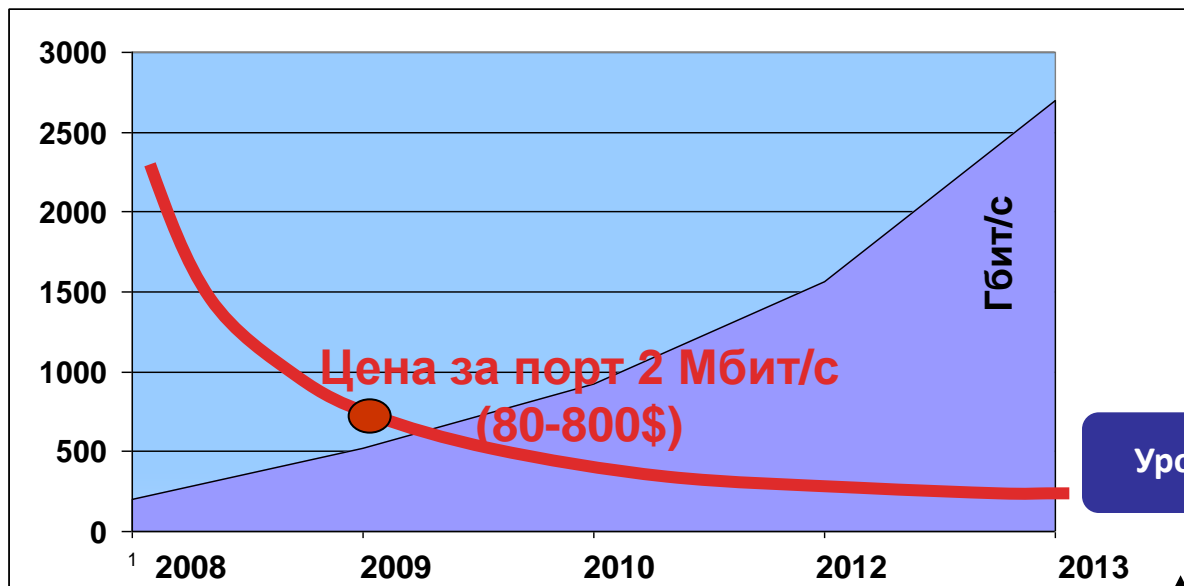
Основные проблемы, связанные с обеспечением качества услуг связи, с которыми сталкиваются операторы при внедрении NGN

- **рост нагрузки в транспортной сети вследствие увеличения ширины полосы пропускания (ШПП) доступной каждому абоненту.** Согласно закону Нильсена ([Jakob Nielsen](#)) величина ШПП доступная абоненту ежегодно увеличивается на 50 %. В результате транспортная сеть не может обеспечить гарантированное качество услуг связи без использования механизмов управления ресурсами транспортной сети
- **использование ресурсов разнородных сетей с коммутацией каналов (КК), с коммутацией пакетов (КП), сетей фиксированной и мобильной связи, за один сеанс связи при предоставлении новых услуг.** Например, при передаче речи по протоколу IP через сеть Интернет (услуга Skype) и завершении вызовов на сети ТфОП и СПС, задействуются ресурсы сетей КК и КП. В условиях отсутствия гарантий качества услуг в пакетных сетях связи, услуги с жёсткой привязкой к динамичной ШПП могут быть предоставлены с негарантированным качеством
- **снижение общего коэффициента надёжности сети** из-за использования большого количества разнотипных программных и аппаратных средств (маршрутизаторы, шлюзы, контролеры шлюзов и т.д.)

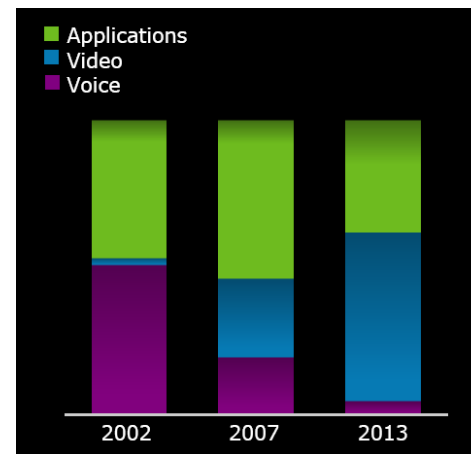


Прогнозы

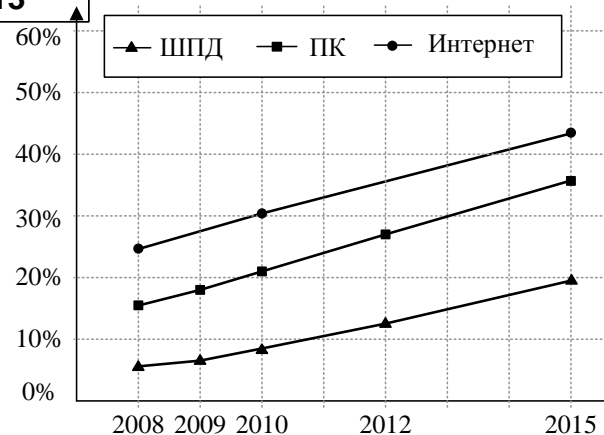
Суммарная пропускная способность магистральных IP-сетей



Последующие периоды будут проходить в условиях систематической нехватки доступных полос пропускания и отставания развития технологий от роста трафика

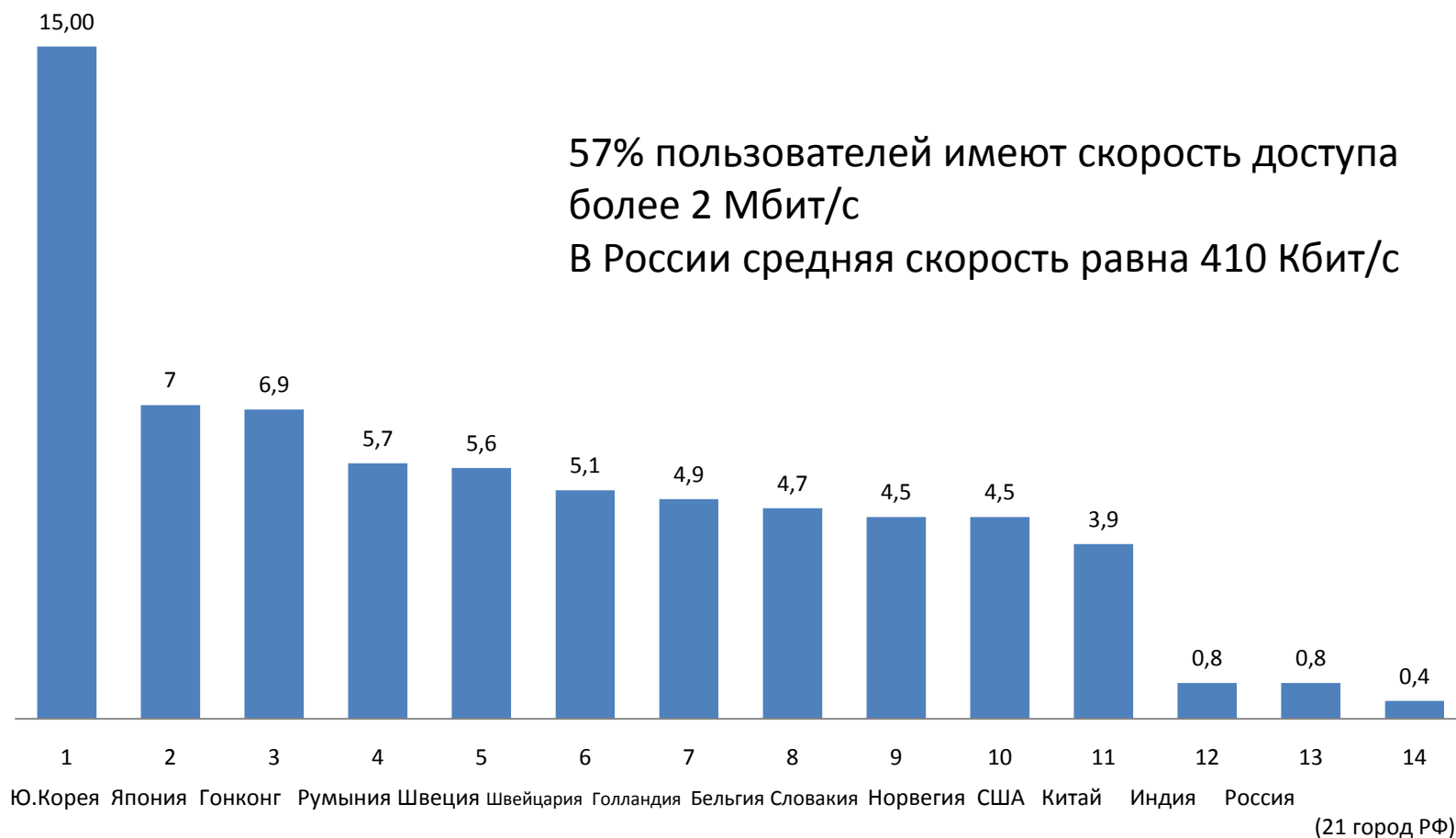


Уровень проникновения ШПД в РФ



Развитие ШПД в России и скорость доступа в Интернет

Скорость доступа в Интернет (Мбит/с) в 2008 г. (декабрь) в TOP-10 стран и др.



Отчет Akamai

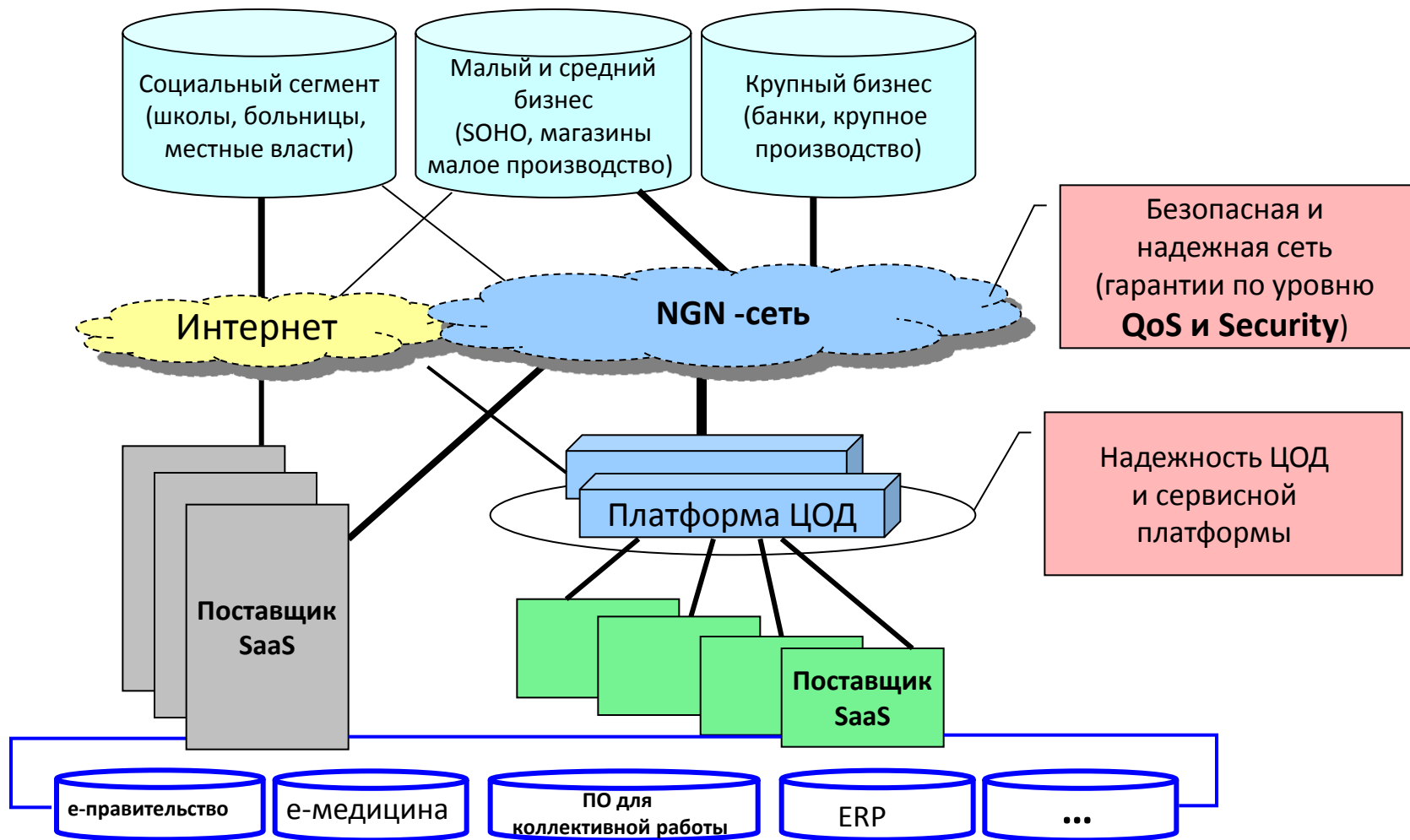


Международный обучающий семинар
ПОДХОДЫ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ СВЯЗИ



Современные бизнес-модели

Пример - аутсорсинг ИТ-приложений (SaaS)



Чей будет абонент?



Определения

Качество восприятия (Quality-of-experience) - приемлемость услуги или приложения в целом, субъективно воспринимаемая конечным пользователем (P10/G.100. Annex 1. Quality of Experience)

Качество услуги (Quality-of-service, QoS) - совокупность характеристик телекоммуникационной услуги, относящихся к способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности пользователя услугой

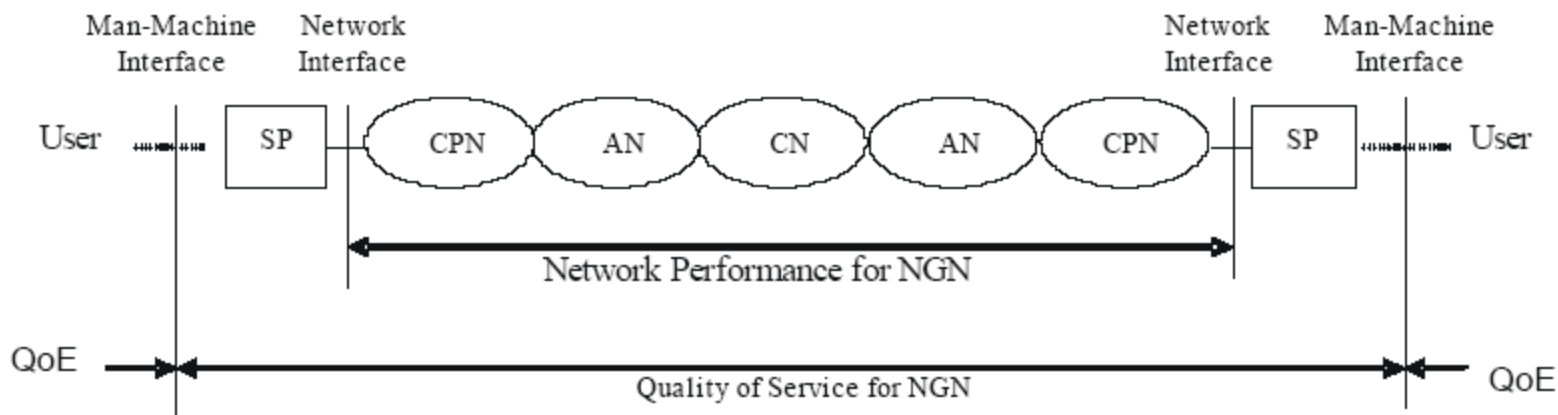
Параметры функционирования сети (Network Performance, NP) – способность (как мера) сети предоставить функциональность, обеспечивающую взаимодействие пользователей

(Рекомендация ITU-T E.800)

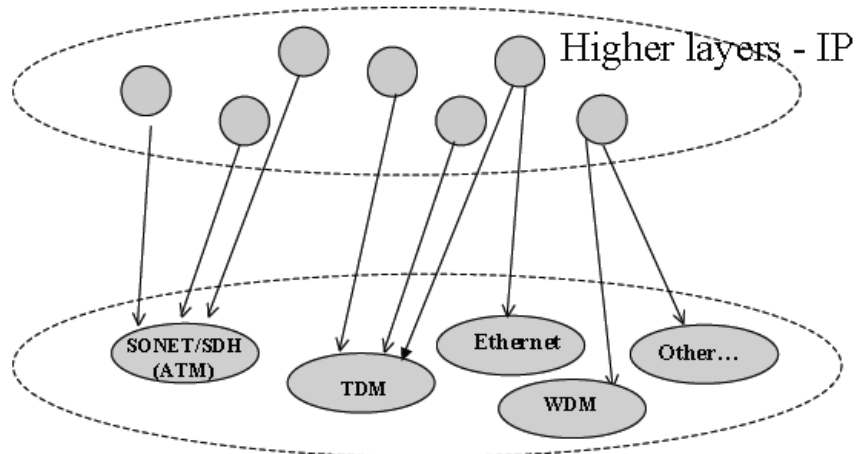


QoE/QoS/NP-показатели и NGN

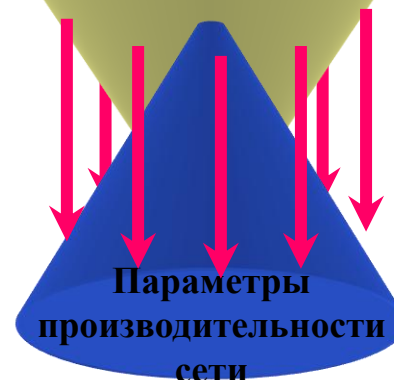
Проблема установления соответствия между субъективными и объективными оценками



Проблема вертикального отображения (mapping) показателей и параметров



Параметры QoS для услуг мультимедиа



Взаимосвязь понятий Quality-of-experience, Quality-of-service, Network Performance



Направления развития модели управления качеством услуг

Необходимо создание альтернативных комплексных систем управления сетевыми ресурсами для обеспечения гарантированного качества услуг при переходе к NGN и реализации, так называемой концепции “All over IP”*

*Статья Электросвязь Шалагинов В. А., Андреев Д. В. Управление сетевыми ресурсами для обеспечения качества инфокоммуникационных услуг в сетях NGN, 2009 г.



II Моделирование и рейтинговое тестирование (benchmarking)

*Есть только один источник света, который освещает мне путь, и это – свет опыта.
Я знаю только один способ судить о будущем – на основе прошлого.*

Патрик Генри. Ирландский драматург, поэт



Цели и задачи рейтингового тестирования

Цель: технический аудит сети для определения реальных показателей производительности сети при поддержании заданных показателей качества услуг на сети оператора в условиях ЧНН

Задача: Определение показателей производительности элементов сети и ее сегментов для использования результатов аудита системой динамического управления ресурсами, обеспечивающей гарантированной возможностью полноценной обработки сетью максимального количества запросов на обслуживание



Состав услуг NGN

Базовые услуги NGN (rel. 1)

- услуги мультимедиа
- видео по запросу (Video on demand — VoD)
- широковещательное TV (IPTV)
- широковещательное радио
- услуги видеотелефонии
- видеоконференцсвязь
- видеопочта (video mail)
- видеозаставки (video waiting)

Расширенный набор услуг NGN (rel. 2)

- Услуги расширенного VPN (Advanced VPN)
- Центр обслуживания вызовов (IP Call Centre)
- Универсальный номер доступа (IP UAN)
- Универсальная персональная связь (IP UPT)
- Услуга вызова через Интернет (Internet Call Waiting)
- Услуга универсальной связи (Unified Communication Service — UCS)
- Услуга переносимости номера (Local&Mobility number portability — LNP & MNP)

Конвергентные услуги связи

- набор услуг с расширенными возможностями RCS (Rich Communication Suite)
- услуга передачи потокового видео с GSM/CDMA телефона (See-What-I-See)
- услуга симплексной телефонной связи по сети GSM, используя возможности сети КП с технологией GPRS (Push-To-Talk)
- услуга предоставления доступа с телефона GSM/CDMA к мультимедийному контенту в реальном времени (Media Push over SIP)



Показатели качества работы сети

<u>Критерий</u> <u>Фаза</u>	Скорость	Точность	Надежность
Установление соединения (доступ)	Время доступа	Вероятность неправильного доступа и ошибочной маршрутизации	Вероятность отказа в доступе
Передача	Время передачи сообщения, скорость передачи, задержка передачи	Вероятность ошибки в сообщениях, доставки ошибочных и лишних сообщений	Вероятность потери сообщения
Разъединение соединения	Время освобождения	Вероятность преждевременного освобождения	Вероятность отказа в освобождении
•Доступность			
<ul style="list-style-type: none"> •Критерий отказа •Коэффициент готовности •Среднее время между отказами 			

(Рекомендация ITU-T I.350)



Параметры функционирования сети (NP)

- ✓ IPTD – задержка передачи информации
- ✓ IPDV – девиация задержки
- ✓ IPLR – доля потерь информации
- ✓ IPER – доля ошибок

Профиль услуги

- ✓ Кодек
- ✓ VAD (Voice Active Detection)
- ✓ Эхокомпенсация (ITU-T G.168)
- ✓ Packetization time и packet formation time

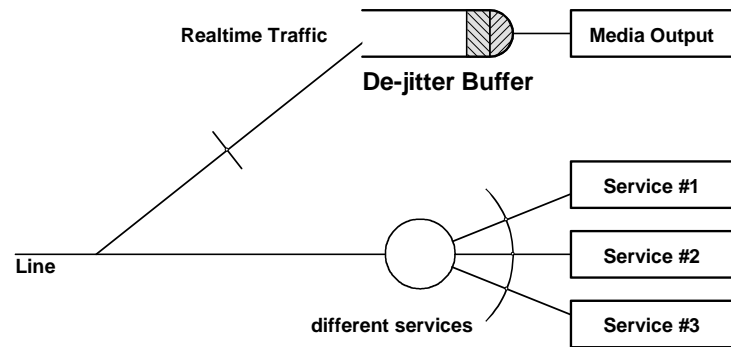
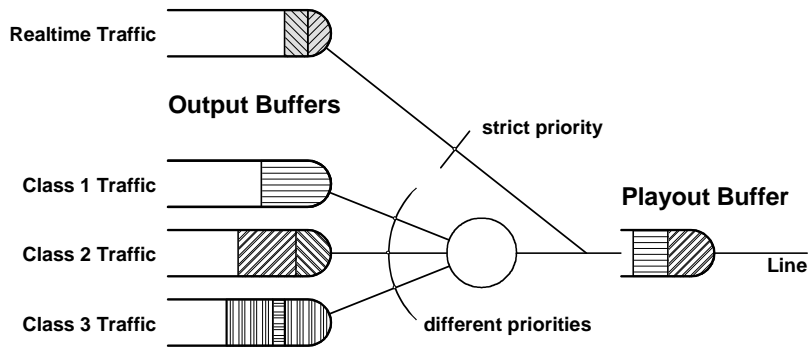
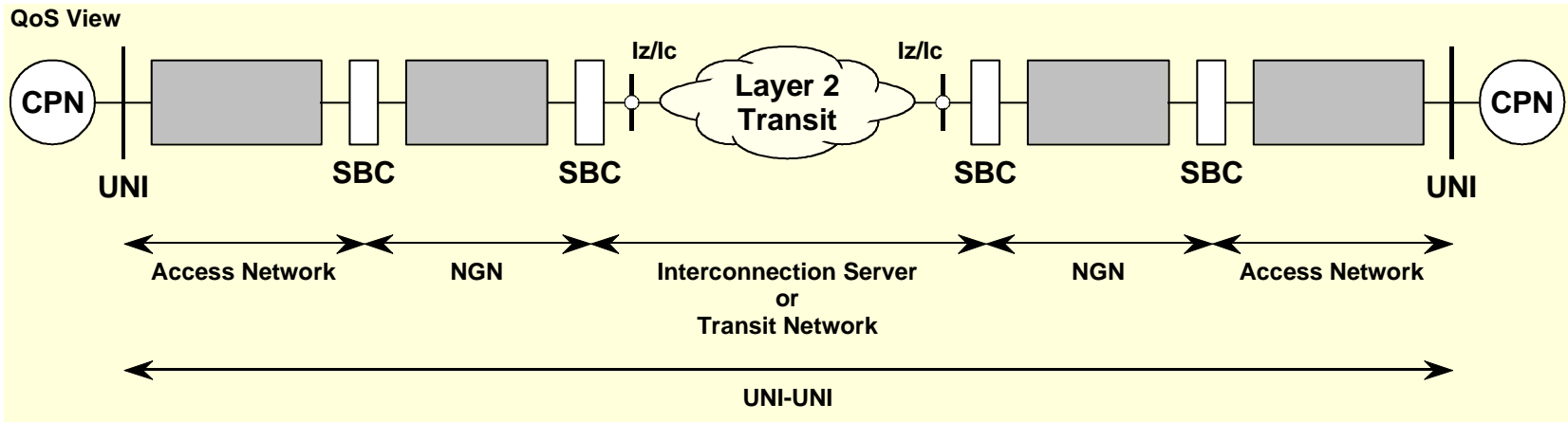


Параметры производительности сети

- ✓ Полоса пропускания (BW)
- ✓ De-jitter buffer
- ✓ Алгоритмы маршрутизации и приоритезации трафика



de-jitter buffer - как один из важных параметров функционирования сети



Параметры, влияющие на качество восприятия услуги

- ✓ коэффициент сетевой эффективности (NER)
- ✓ задержка предоставления услуги (Latency)
- ✓ качество предоставляемой медиа-информации (MOS/R-фактор)

Уровни качества предоставления услуги

R Value	MOS CQEN Value	Categories of User Satisfaction
94	4,42	Very satisfied (Best)
93	4,40	
92	4,38	
91	4,36	
90	4,34	
87	4,195	Satisfied (High)
85	4,18	
82	4,09	
81	4,06	
80	4,03	Some users dissatisfied (Medium)
77	3,85	
73	3,74	
70	3,60	
68	3,50	Many users dissatisfied (Low)
60	3,10	
50	2,58	Nearly all users dissatisfied (Poor)

$MOS = 1 + (0,035) \times R + (0,007) \times R (R - 60) (100 - R)$

NOTE 1: Connections with R-values below 50 are not recommended.

NOTE 2: Although the trend in transmission planning is to use R-values, equations to convert R-values into other metrics e.g. MOS, % GoB, % PoW, can be found in ITU-T Recommendation G.107 [i.4], annex B.



Интегральный показатель качества услуги
(Эталонная модель)

$$iSA = \frac{\text{Кол} - \text{во успешных вызовов}}{\text{Общее число вызовов}}$$


Успешный вызов \equiv

- $MOS \geq 3.5$
- $Call\ time = 180\ \text{сек}$
- $Signalling\ timer \leq\ \text{lim value}$

Взаимосвязь QoE, параметров функционирования и параметров производительности сети

Характеристика услуги (Профиль)	Условия эталонной модели услуги	Предельные значения функционирования сети (NP)	Предельные значения производительности сети
VAD Codec G.168 Packetization time и packet formation time	MOS -> 3.5 Call time - 180 сек Signalling timer < lim	IPTD IPDV IPLR IPER	Полоса пропускания (BW) De-jitter buffer Алгоритмы маршрутизации и приоритезации трафика





III Методология оценки граничных показателей параметров функционирования сети для обеспечения параметров качества услуг связи



Методология оценки граничных показателей параметров функционирования сети для обеспечения параметров качества услуг связи

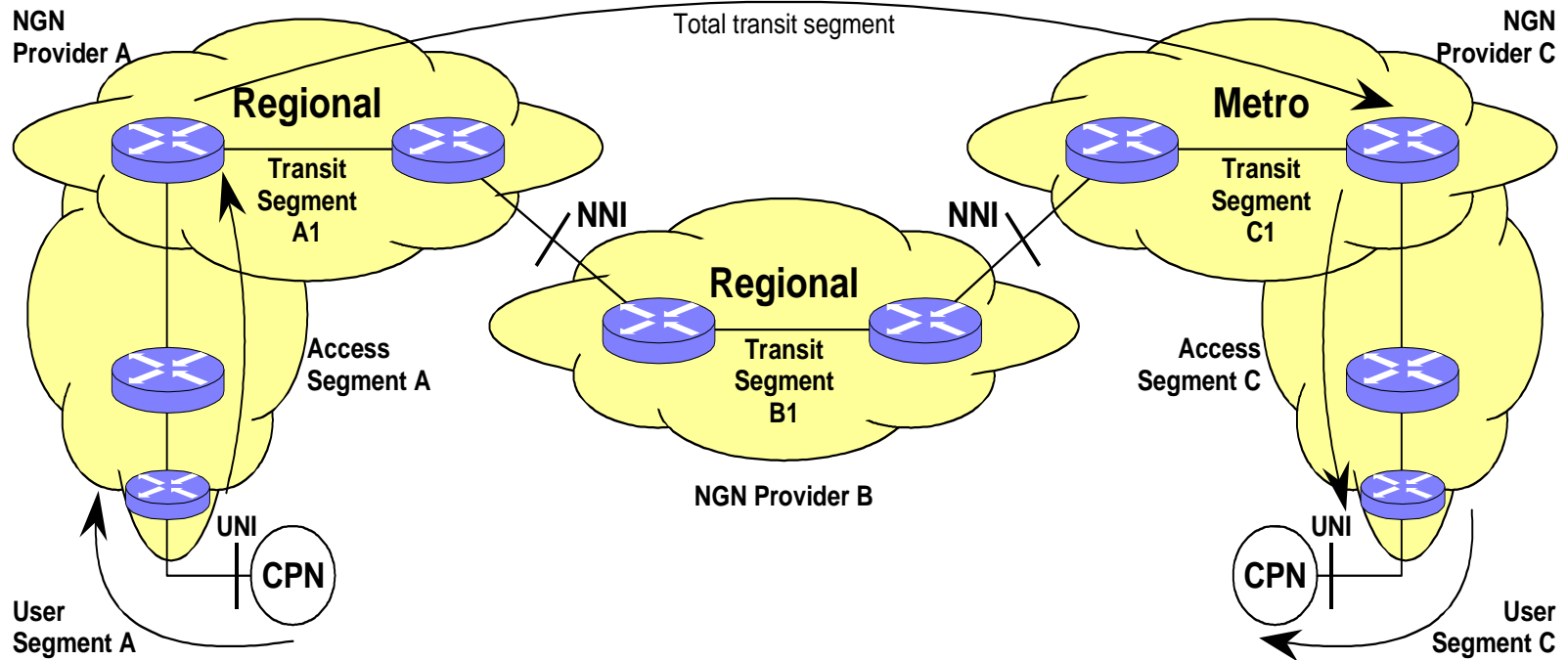
В международных рекомендациях, например МСЭ-Т Y.1542, определены различные подходы для обеспечения QoS «из конца в конец» на различных участках сети NGN.

Однако, для указанных участков сети, операторам необходимо определить **точные пороговые значения показателей производительности**, обеспечивающие в совокупности соответствующие показатели QoS и QoE.

Для оценки параметров качества услуг необходимо использовать **Модельную сеть связи**, имитирующую функциональность и порядок пропуска трафика действующих сетей связи.



Схема эталонной модели сети ETSI TR 102 717 V1.1.1



- ✓ сегменты пользователей А и С (User segment A/C);
- ✓ интерфейс пользователь-сеть А и С (UNI A/C - sending/receiving side);
- ✓ сегмент сети доступа А и С (Access segment A/C);
- ✓ присоединение сегмента пользователя А и С (Segment-connection Point);
- ✓ транзитный сегмент (Total transit segment).

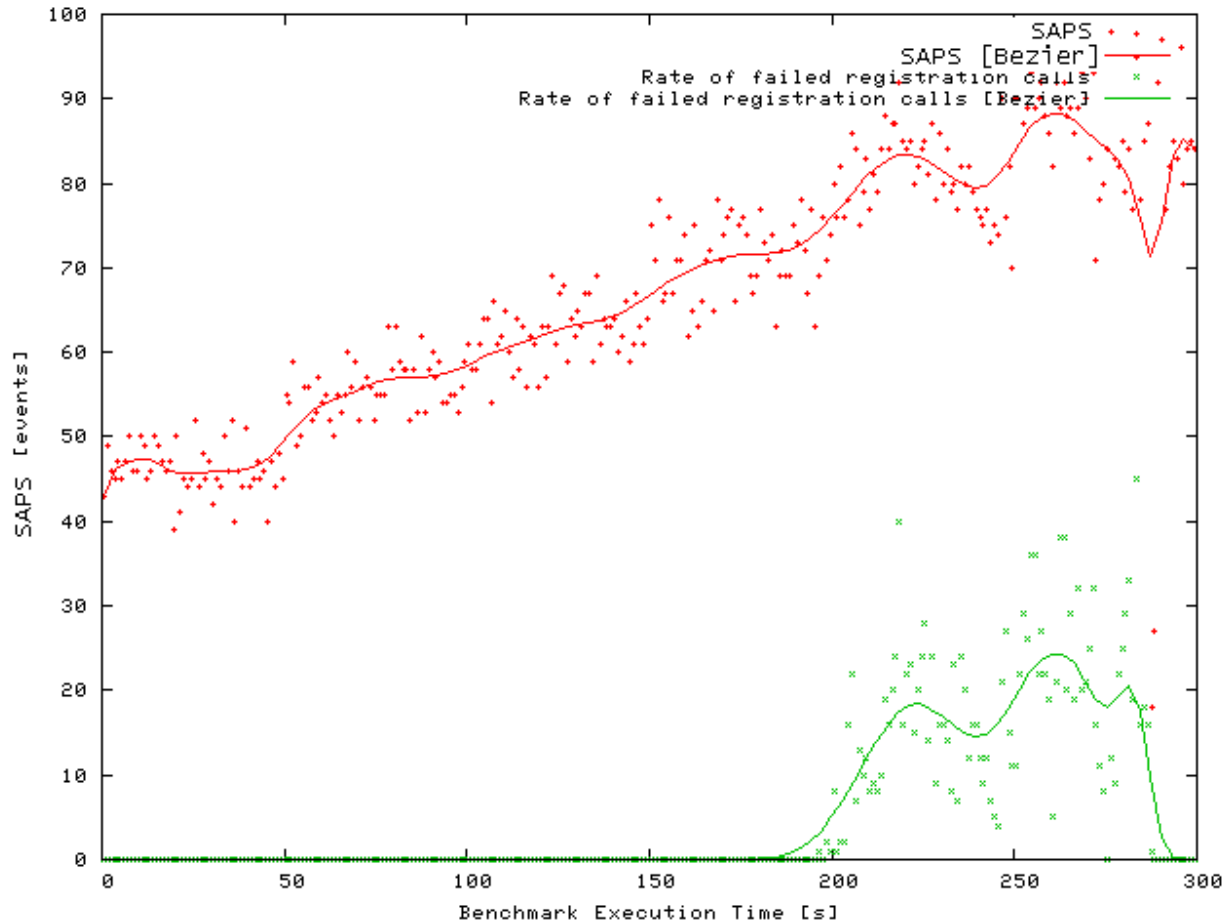
Результаты тестирования ETSI benchmarking

End-to-End delay in ms and R value between DSL line 128 kbit/s uplink; 128 kbit/s downlink PSTN/ISDN to PSTN/ISDN are provided with G.711, DSL Access with G.729A with wired terminals

	PSTN/ISDN Delay (ms)/R	DSL Delay (ms)/R
PSTN/ISDN	68 ms / R=91 (20 ms Packet size) 48 ms / R=92 (10 ms Packet size)	102 ms - 144 ms / R=79 (20 ms Packet size) (le = 11)
DSL	108 ms - 153 ms / R=79 (20 ms Packet size) (le = 11)	160 ms - 207 ms / R=74 (20 ms Packet size) (le = 11)



Результаты тестирования ETSI benchmarking



	Maximum	Minimum	Average	Variance	Standard Deviation	Median	Mode
Initiated Registrations Per Second [events]	98,00	18,00	66,68	225,80	15,03	66,00	63,00



Порядок тестирования интегрального показателя доступности услуги (iSA) (Экспериментальная оценка Технопарка ФГУП ЦНИИС)

Цель: определение предельных параметров NP для услуги VoIP

Задача: определение процента успешных вызовов от общего числа вызовов, в результате которых вызов заканчивается с причиной разъединения нормального класса (сигнал ответа, абонент занят, абонент не отвечает, абонент не доступен) при $MOS \geq 3,5$ и средней длительности соединения 180 сек., а также не превышения значений таймеров сигнализации

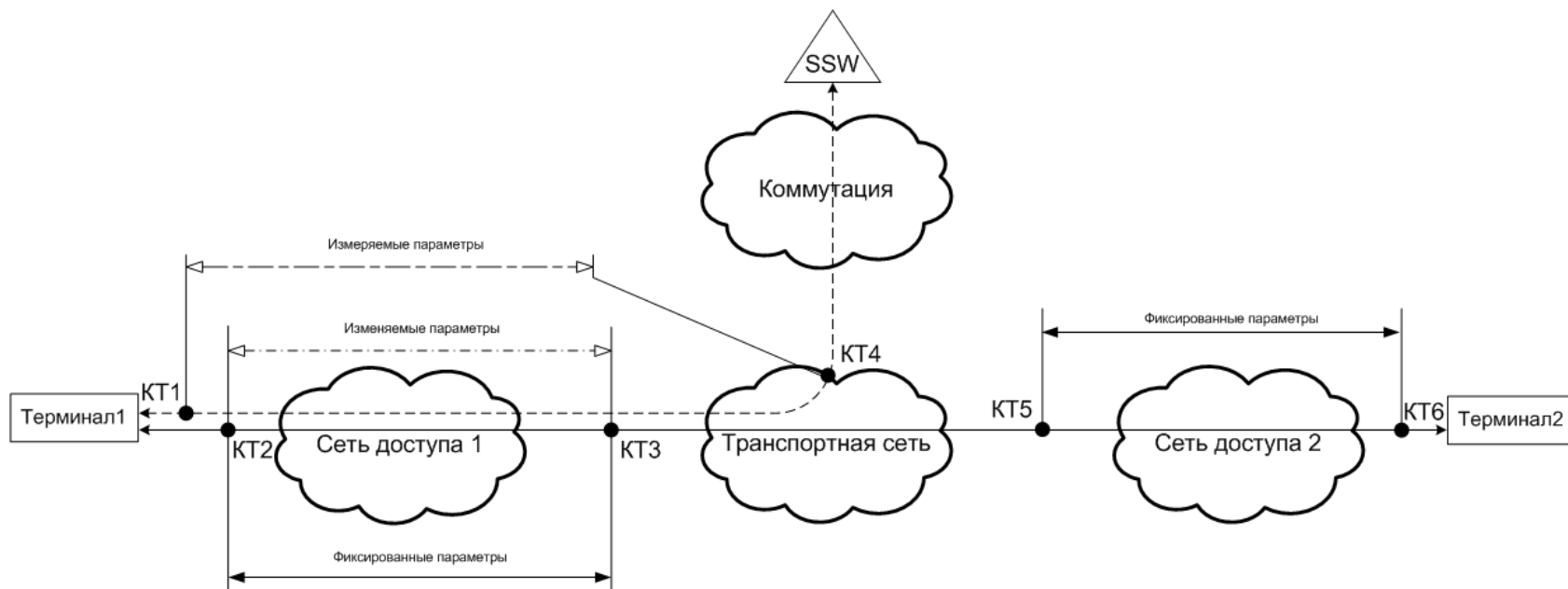
Использование результатов: планирование сетевых сегментов оператора, распределение нагрузки между элементами сети при ЧНН и ограничение сетевых сегментов по обработке нагрузки

Способ проверки: изменение полосы пропускания канала и дискретное увеличение попыток соединений SAPS (измерение MOS и значений NP (IPTD, IPDV, IPLR, IPER) на различных сегментах сети (доступ, транспорт, коммутация))

Результат: будет сформирован график зависимости Интегрального показателя доступности услуги от ширины полосы пропускания для различных значений параметров функционирования сети и класса услуги

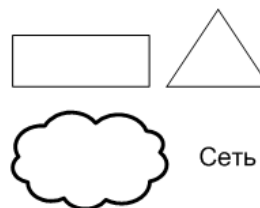


Общая схема для определения граничных значений параметров функционирования сети



Обозначения:

- ↔ Передача голосовой информации
- ⋯ Передача сигнальной информации
- Фиксированные параметры
- ⋈ Изменяемые параметры
- ⋈ Измеряемые параметры
- Контрольная точка (КТ)



Сетевые элементы

Сеть

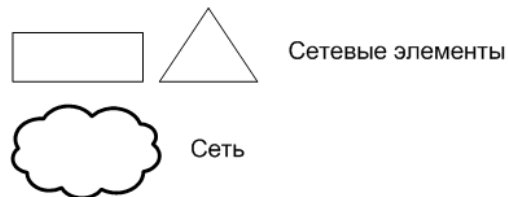
Пример схемы для определения граничных значений параметров функционирования сети

Коэффициент сетевой эффективности (NER)



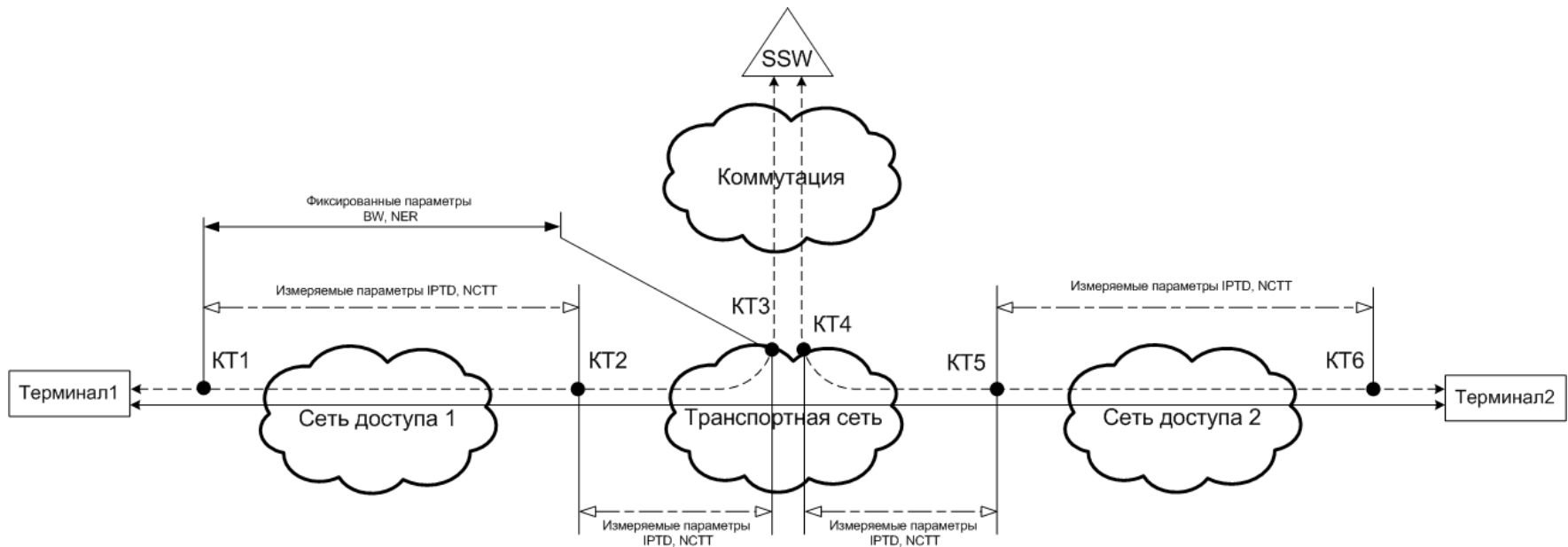
Обозначения:

- ←→ Передача голосовой информации
- ←- - - - -> Передача сигнальной информации
- ←→ Фиксированные параметры
- ←- - - - -> Изменяемые параметры
- ←- - - - -> Измеряемые параметры
- Контрольная точка (КТ)



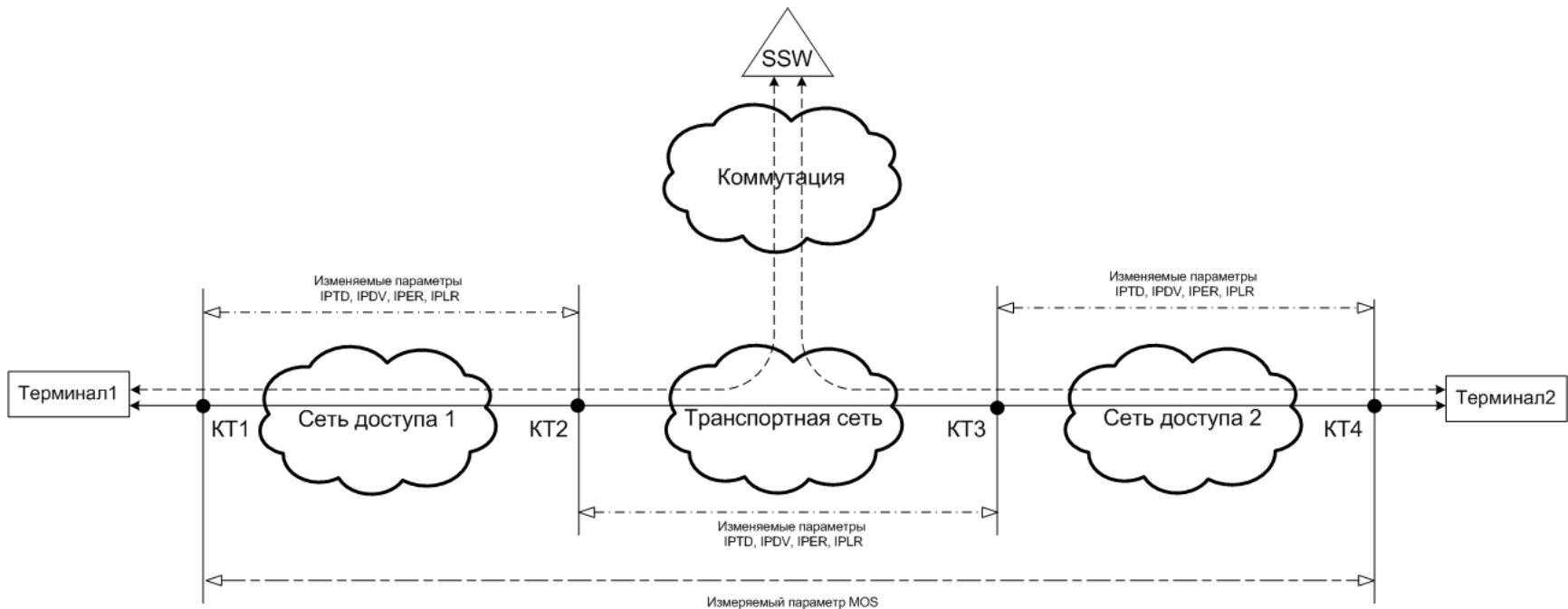
Пример схемы для определения граничных значений параметров функционирования сети

Задержка предоставления услуги (latency)



Пример схемы для определения граничных значений параметров функционирования сети

Качество предоставления услуги (MOS)



Общая схема испытаний

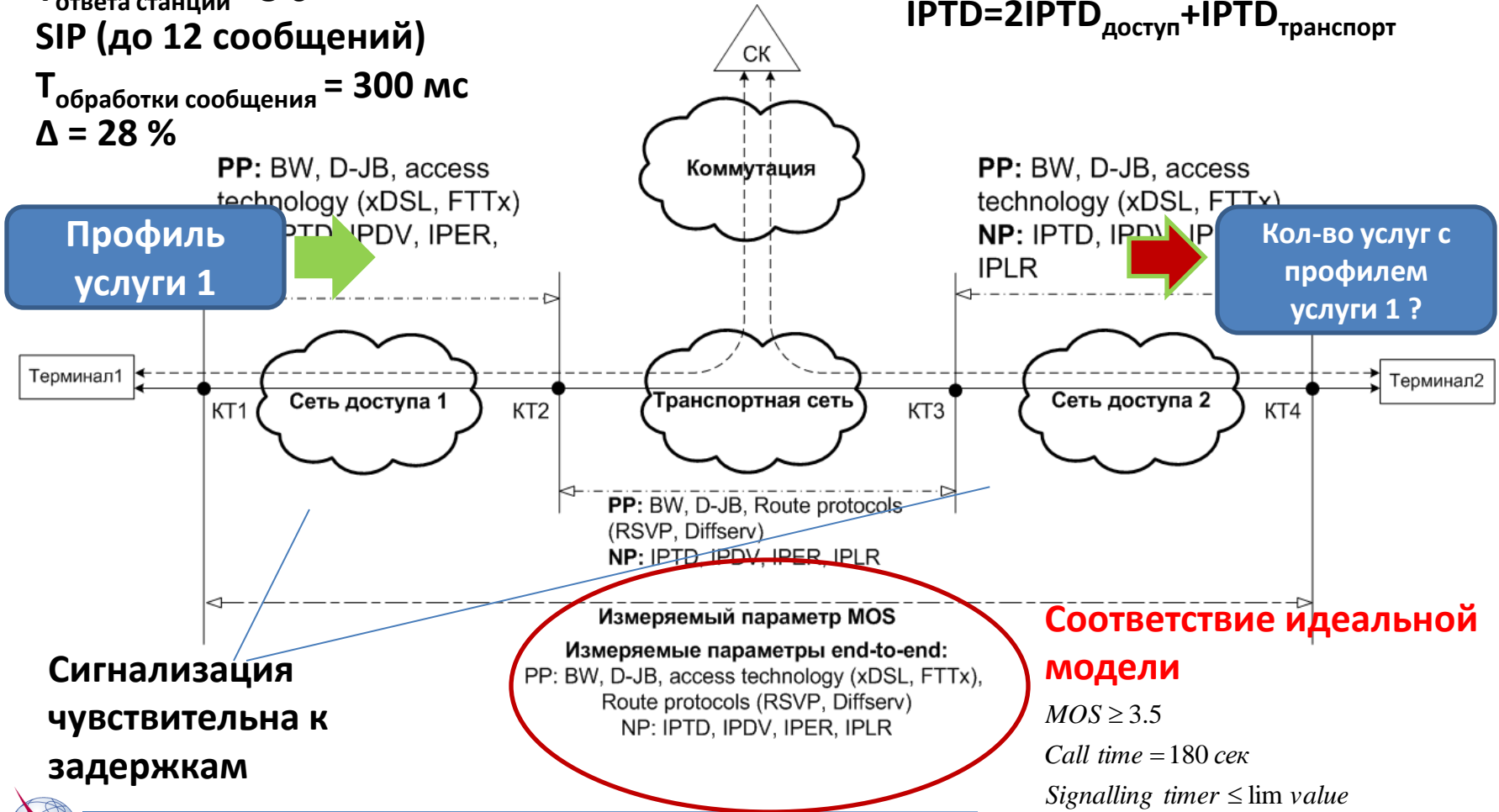
$T_{\text{ответа станции}} = 5 \text{ с}$

SIP (до 12 сообщений)

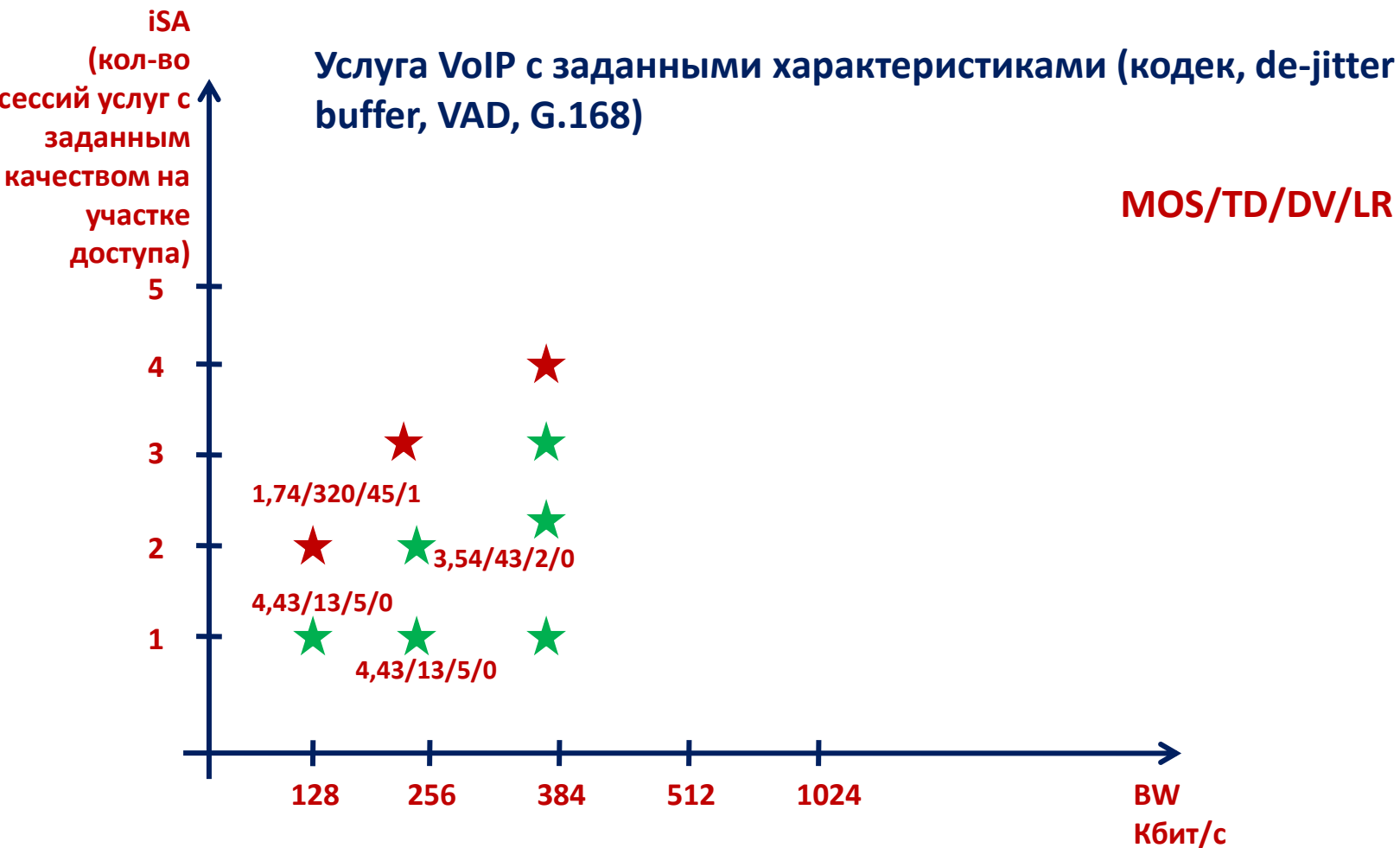
$T_{\text{обработки сообщения}} = 300 \text{ мс}$


$\Delta = 28 \%$

$$IPTD = 2IPTD_{\text{доступ}} + IPTD_{\text{транспорт}}$$



Ожидаемые результаты испытаний





VI Международные подходы к рейтинговому тестированию (международные проекты)



Speech and multimedia Transmission Quality (STQ)

STF 360 и STF 363 проведен анализ принципов управления параметрами QoS на основных сегментах сети NGN, разработан принцип стандартизации ETSI подхода к обеспечению QoS и NP в сетях NGN.

В качестве результата стал TR 102 717 (v.1.1.1, 10.2009) «Quality of Service Implications of NGN Architectures», в котором разработан подход к определению параметров QoS и NP для существующих и вновь создаваемых сетей NGN посредством:

- ✓ исследования реальных сетевых конфигураций большинства европейских операторов связи и реальных показателей качества работы сети. С этой целью был сформирован детализированный опросник (Annex A TR 102 717), который был разослан и заполнен крупнейшими операторами Евросоюза, посредством участвующих в STQ экспертов этих компаний;
- ✓ анализа результатов обследования сетей европейских операторов и формирования показателей NP для уровней доступа (на базе xDSL, WiMAX, GSM, UMTS) и транспорта, включая ядро (для определенных в TR 102 717 типовых архитектур сети).



Ключевые проблемы операторов, которые можно решить средствами стандартизации ETSI TR 102 775

- ✓ в настоящее время европейские операторы зачастую не вооружены системами сбора и управления параметрами качества работы сети в целях обеспечения QoS;
- ✓ во многих случаях отсутствует единый подход к планированию сети с учетом end-to-end QoS, осуществляется лишь локальное планирование;
- ✓ отсутствие единых для всех операторов стандартов в части обеспечения качества из конца в конец и наличие у операторов собственных, порой несопоставимых между собой, внутренних стандартов;
- ✓ для европейских операторов необходимо сохранить набор универсальных услуг связи, к числу которых также относятся Fax-over-IP (FoIP) и Modem-over-IP (MoIP), нормирование показателей QoS для этих услуг осложняется отсутствием единообразия их реализации операторами;
- ✓ определение требований и базовых характеристик пограничных устройств, в первую очередь SBC (Session Border Controller), является важным шагом на пути миграции сетей европейских операторов к сетям следующего поколения;
- ✓ на сетях европейских операторов не реализована процедура синхронизации Ethernet (серия Рек. МСЭ-Т G.826x), которая является крайне важной для обеспечения QoS;
- ✓ режим обеспечения гарантированного канала в 64 Кбит/с (unrestricted channel) при xDSL доступе на сетях европейских операторов не предоставляется



Значения задержки между операторами инициаторами вызова и терминирующими операторами в разных частях света, мс*

	Цент. Европа	Сев. Европа	Вост. Европа	Южн. Европа	Вост. Азия	Юго- Вост. Азия	Океания	Сев. Америка вост. побережье	Сев. Америка зап. побережье	Цент. Америка	Южн. Америка	Африка
Цент. Европа	28	23	40	36	170	180	190	60	100	113	165	121
Сев. Европа	23	20	18	38	175	180	200	65	108	125	168	135
Вост. Европа	40	18	20	51	180	185	220	83	108	141	175	131
Южн. Европа	36	37	51	36	173	178	190	73	110	124	168	109
Вост. Азия	170	175	180	173	75	83	138	170	143	177	230	192
Юго-Вост. Азия	180	180	185	178	83	63	128	180	155	245	240	126
Океания	190	200	210	190	138	128	45	180	155	185	235	144
Сев. Америка вост. побережье	60	65	83	73	170	180	180	20	45	46	140	163
Сев. Америка зап. побережье	100	108	108	110	143	155	155	45	20	63	150	209
Цент. Америка	113	125	141	124	178	245	185	46	123	20	67	147
Южн. Америка	165	168	175	168	230	240	235	240	150	67	60	140
Африка	121	135	131	109	192	125	144	163	209	147	90	90

* Статья Вестник Связи Д.В.Андреев, Е.В.Вискова, В.А. Шалагинов «Технологическое развитие и подходы к обеспечению QoS и SLA операторами связи», №11, 2010



Расчётные значения задержки передачи пакета на большие расстояния

Расстояние, км	Задержка пакета, мс (распространения и обработки в оборудовании)
1 400	11
5 000	30
10 000	55
19 000	100
27 500	145

Опыт Технопарка ФГУП ЦНИИС по тестированию качества услуг и NP

- ✓ **Международные проекты по тестированию услуг и предельных значений параметров функционирования (ETSI STF 392, STF 394)**
- ✓ **Рейтинговое тестирование моделей сетей операторов РСС в рамках совместного проекта МСЭ-ФГУП ЦНИИС по созданию Центра по Тестированию Телекоммуникаций (МЦТТ)**
- ✓ **Совместное решение по построению системы мониторинга качества услуг Сайрус-Ixia-ФГУП ЦНИИС**



Типовой план мероприятий по реализации системы обеспечения качества услуг на сетях операторов связи РФ

- ✓ **Определение норм** на показатели качества услуг
- ✓ **Расчет и планирование** сети в соответствии с нормами
- ✓ **Определение граничных показателей** параметров функционирования сети и их взаимосвязи с показателями качества восприятия услуг и параметрами производительности сети
- ✓ **Разработка методологии контроля параметров функционирования сети**
- ✓ **Внедрение** системы мониторинга параметров функционирования сети (АСКС)
- ✓ **Организация взаимосвязи коммутационного оборудования оператора с системой мониторинга (АСКС)** для предоставления доступа к услугам на основании полученных результатов измерений NP
- ✓ **Внедрение полнофункциональной системы управления ресурсами сети по измеренным показателям NP (RACF/RACS)**



Выводы

- ✓ С развитием рынка ШПД и уровня конкуренции на нем объективная необходимость в реализации технологий обеспечения качества услуг возрастет
- ✓ Для освоения новых рынков и возмездного сотрудничества с поставщиками «Интернет»-сервисов и контента вопросы обеспечения качества услуг оператором связи имеют принципиальное значение
- ✓ Существующие международные нормативы по показателям качества имеют рекомендательный и методологический характер и в основном ориентированы на качество услуг
- ✓ Основу систем обеспечения качества должно составлять управление NP, которые для каждого оператора и каждого участка сети имеют различные значения – требуется определить и вносить в SLA выявленные экспериментальным путем значения NP и параметров производительности для различных участков действующей сети оператора

Каждому оператору необходимо уже в настоящий момент планировать систему обеспечения качества услуг, ориентированную не только на мониторинг, но и направленную на поддержание соответствующих параметров качества и непосредственно связанную с системами коммутации, обеспечивающими доступ к услугам связи



Денис Викторович Андреев

Директор Технопарка ФГУП ЦНИИС

тел: +7-495-368-8745

моб: +7-495-647-9603

факс: +7-495-368-9105

skype: davwilly77

sipnet: 2811971@sipnet.ru

E-mail: andreevd@zniis.ru

cc: andreevd@ties.itu.int

Россия, 111141, Москва,
1-ый проезд Перова поля, 8

