

Характеристики сети

Характеристики качества транспортных услуг сети

Все множество характеристик качества транспортных услуг сети можно отнести к одной из следующих групп:

- производительность;
- надежность;
- безопасность;
- характеристики, имеющие значение только для поставщика услуг.

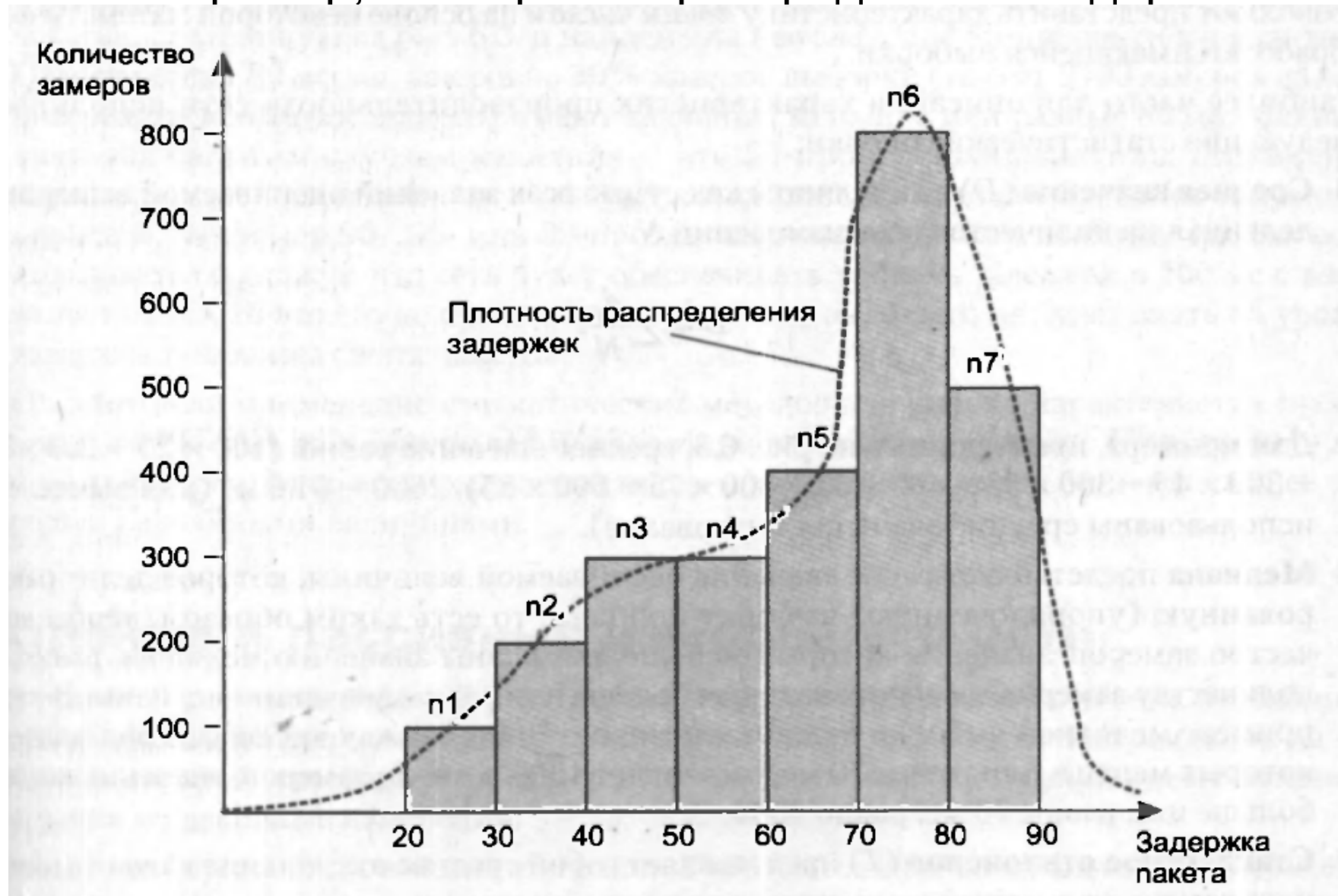
- Первые три группы соответствуют трем наиболее важным для пользователя характеристикам транспортных услуг — возможности без потерь и перерывов в обслуживании (**надежность**) передавать с заданной скоростью (**производительность**) защищенную от несанкционированного доступа и подмены информацию (**безопасность**).
- Понятно, что поставщик сетевых услуг, стремясь удовлетворить требования пользователей, также уделяет внимание этим характеристикам. В то же время существует ряд важных для поставщика характеристик сети, которые не интересуют пользователей.

- **Долговременные характеристики** (несколько месяцев или лет) – характеристики проектных решений
- **Среднесрочные характеристики** (от нескольких секунд до нескольких дней) например, обслуживание большого количества пакетов. Усредненное значение задержки пакетов по выборке, взятой в течение суток.
- **Краткосрочные характеристики** относятся к темпу обработки отдельных пакетов и измеряются в микросекундном и миллисекундном диапазонах. Время буферизации, или время пребывания пакета в очереди коммутатора или маршрутизатора. Для анализа и обеспечения требуемого уровня краткосрочных характеристик разработано большое количество методов, получивших название методов контроля и предотвращения перегрузок (congestion control and congestion avoidance).

Соглашение об уровне обслуживания

- **Service Level Agreement**
- В таком соглашении поставщик услуг и клиент описывают качество предоставляемой услуги в количественных терминах, пользуясь характеристиками эффективности сети.
- Поставщик обязан передавать трафик клиента без потерь и с той средней скоростью, с которой пользователь направляет его в сеть.
- При этом оговорено, что это соглашение действует только в том случае, если средняя скорость трафика пользователя не превышает, например, 3 Мбит/с, в противном случае поставщик получает право просто не передавать избыточный трафик.
- Для того чтобы каждая сторона могла контролировать соблюдение может быть установлен договор о средствах контроля.

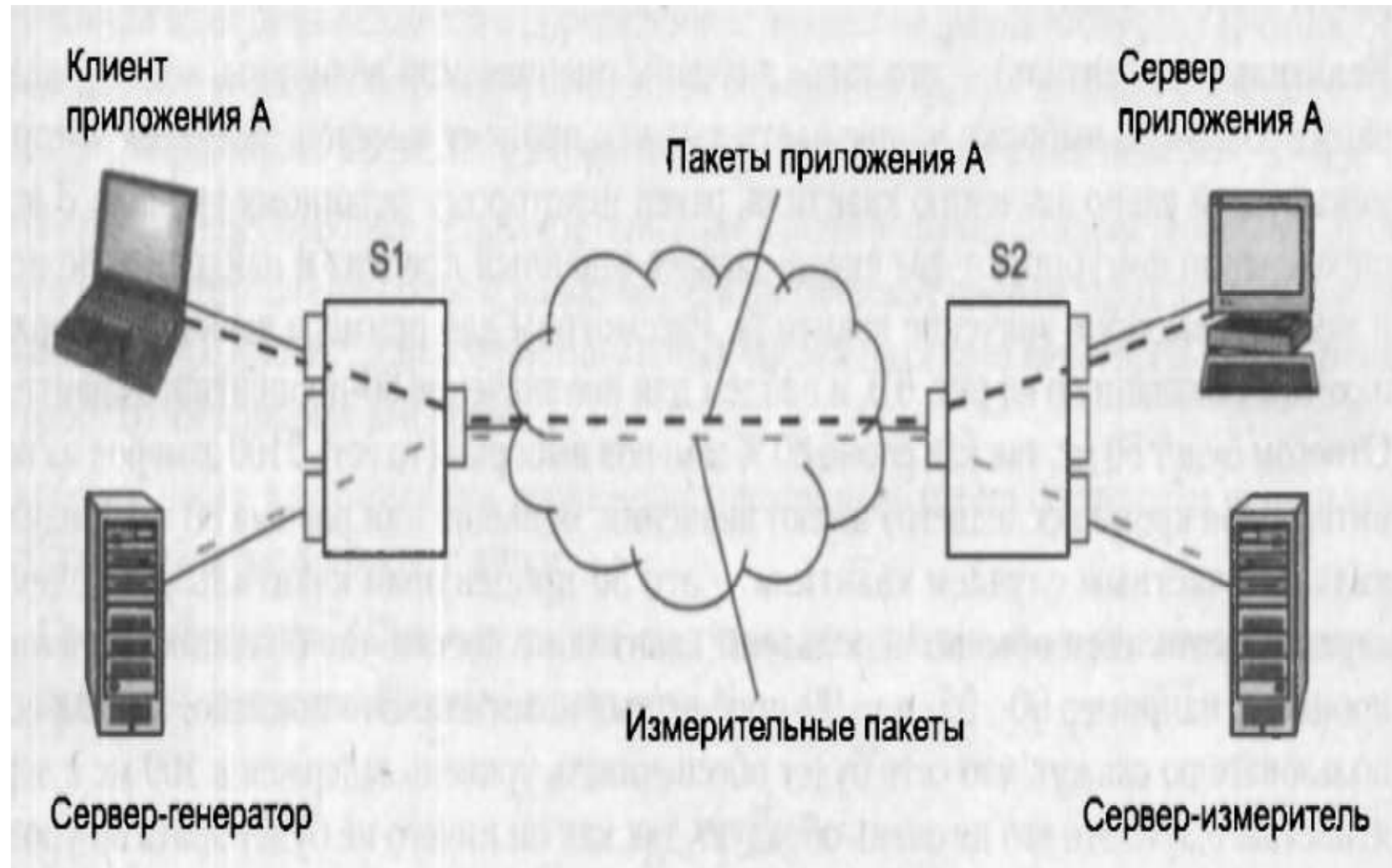
Статистические оценки характеристик сети - например, гистограмма распределения задержек



Другие характеристики, см. теорию вероятностей

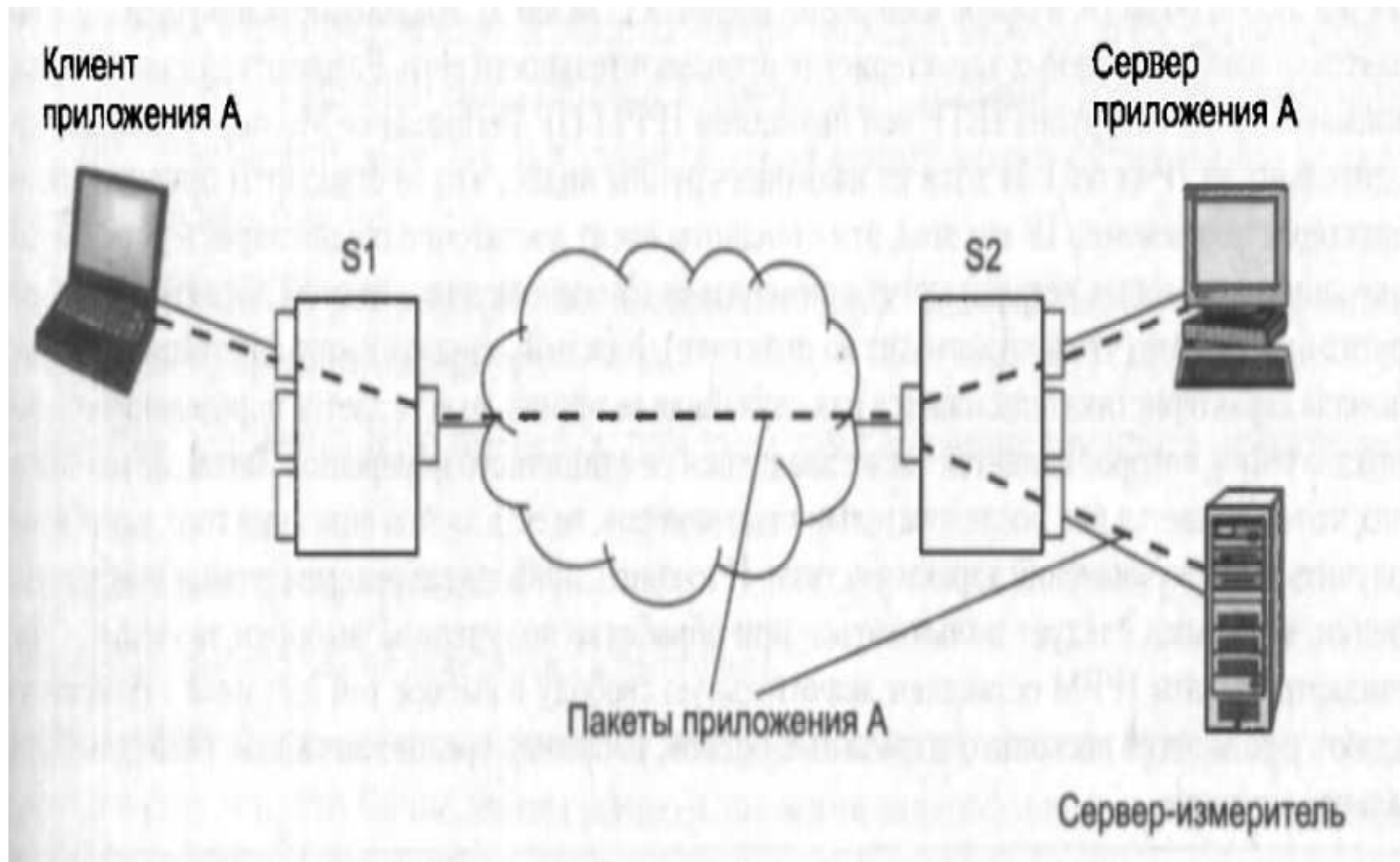
- Среднее значение
- Медиана
- Квантиль
- Среднеквадратическое отклонение

Активные измерения в сети



Удобство синхронизации по времени, вставка временных меток в пакеты

Пассивные измерения в сети



Нет необходимости в двух серверах, но нет возможности синхронизации, потому обычно использ. для измерения потерь пакетов

Характеристики задержек пакетов

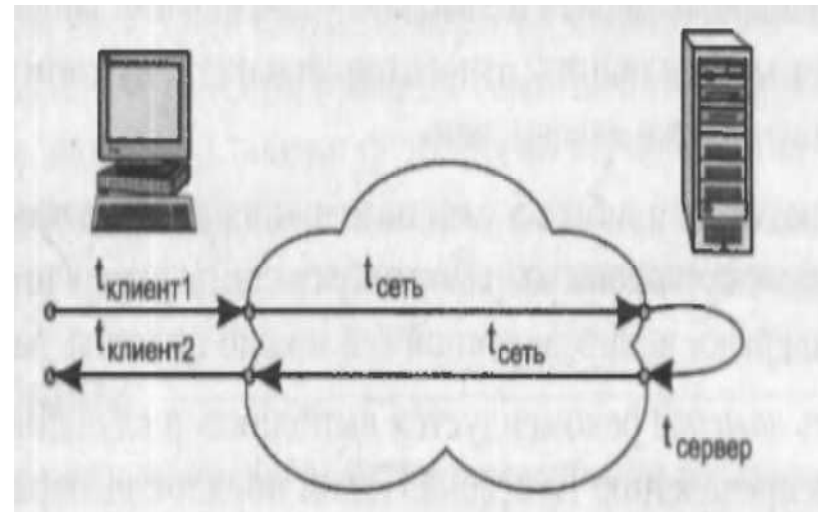
- Односторонняя задержка пакетов (One-Way Delay Metric, OWD)

RFC 2679 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2679.txt>).

- Единичное значение односторонней задержки пакетов определяется как интервал времени между моментом помещения в исходящую линию связи первого бита пакета узлом-отправителем и моментом приема последнего бита пакета с входящей линии связи узла-получателя (измерения проводятся для опред. типов пакетов с опред. признаками).
- Зависит от буферизации на приемнике, а значит от размера пакета.
- Но можно понять какой это пакет и облегчить измерения с помощью ОС, так как нет необх. обращения к нижним уровням. Если пакет не прибыл за какое то большое время, то считается утерянным. Измерения проводятся в случайные моменты времени по Пуассону. Стат хар-ки — квантиль, среднее время задержки, минимальное время задержки.

Время реакции сети

- Определяется как интервал времени между отправкой запроса пользователя к какой-либо сетевой службе и получением ответа на этот запрос.
- Характеризует сеть в целом включая и программное обеспечение.



Время оборота пакета (Round Trip Time, RTT)

- RFC 2681 <http://www.ietf.org/rfc/rfc2681.txt>.
- Единичное значение времени оборота определяется как интервал времени между отправкой первого бита пакета определенного типа узлом-отправителем узлу-получателю и получением последнего бита этого пакета узлом-отправителем после того, как пакет был получен узлом-получателем и отправлен обратно.
- $RTT = 2 * t_{\text{сети}}$
- Труднее оценить проблемный участок сети, так как проход в обе стороны, чем при измерениях односторонней задержки

Вариация задержки пакета (IP Packet Delay Variation, IPDV, джиттер)

- RFC 3393 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc3393.txt>)
- разность односторонних задержек для пары пакетов заданного типа, полученных на интервале измерений T . Вопрос о том разность между какими пакетами выбирать и т.д. Важно например для онлайн конференций и тд..когда пакеты приходят за разное время, сама по себе одност. задержка не важна, т.к. онлайн видео может прийти с задержкой но потом вслед идут те же пакеты.
- Иногда измеряют как разность между 0.75 и 0.25 квантилем, т.е. как разность времени между приходом основных пакетов, и меньшего времени прихода 25%.

Характеристики скорости передачи

- **Средняя скорость передачи данных** (Sustained Information Rate, SIR) определяется на достаточно большом периоде времени. Это среднесрочная характеристика, период времени должен быть достаточным, чтобы можно было говорить об устойчивом поведении такой случайной величины, которой является скорость. (отношение объема перед. данных к времени измерения)
- **Пиковая скорость** передачи данных (Peak Information Rate, PIR) — это наибольшая скорость, которую разрешается достигать пользовательскому потоку в течение оговоренного небольшого периода времени T . требование к этой характеристике может быть сформулировано так: «Скорость информации не должна превышать 2 Мбит/с на периоде времени 10 мс с вероятностью 0,95». Позволяет оценить справится ли сеть с пиковыми нагрузками.

- **Величина пульсации** (обычно обозначаемая B) служит для оценки емкости буфера коммутатора, необходимого для хранения данных во время перегрузки. Величина пульсации равна общему объему данных, поступающих на коммутатор в течение разрешенного интервала T (периода пульсации) передачи данных с пиковой скоростью (PIR):
- $B = \text{PIR} \times T$.
- **Коэффициент пульсации трафика** — это отношение максимальной скорости на каком-либо небольшом периоде времени к средней скорости трафика, измеренной на длительном периоде времени.
- Из-за последовательного характера передачи данных различными элементами сети общая пропускная способность любого составного пути в сети будет равна минимальной из пропускных способностей составляющих элементов маршрута.

Надежность

- Характеристики потерь пакетов
- $L = NL/N$. (процент потерь)
- N – кол-во переданных, NL – кол. потерь.
- Доступность и отказоустойчивость
- Доступность (*availability*) означает долю времени, в течение которого система или служба находится в работоспособном состоянии.
- Правило пяти 9-к, 0.99999 (нераб. Менее 5 мин в год)
- Еще одной характеристикой надежности сложных систем является отказоустойчивость (*fault tolerance*). Под отказоустойчивостью понимается способность системы скрывать от пользователя отказ отдельных ее элементов.

Характеристики сети поставщика услуг

- **Расширяемость** означает возможность сравнительно простого добавления отдельных компонентов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб), наращивания длины сегментов кабелей и замены существующей аппаратуры более мощной. (Например сеть Ethernet позволяет легко расширяться до 40 узлов в сегменте, но выше начинает падать производительность..потому появл еще один термин - масштабируемость)
- **Масштабируемость** означает, что сеть позволяет наращивать количество узлов и протяженность связей в очень широких пределах, при этом производительность сети не снижается. (напр. Интернет – хорошо масштабируем)

- **Управляемость** сети подразумевает возможность централизованно контролировать состояние основных элементов сети, выявлять и разрешать проблемы, возникающие при работе сети, анализировать производительность и планировать развитие сети. (автоматизированные средства администрирования)
- **Совместимость, или интегрируемость**, сети означает, что сеть способна включать в себя самое разнообразное программное и аппаратное обеспечение, то есть в ней могут сосуществовать различные операционные системы, поддерживающие разные стеки коммуникационных протоколов, а также аппаратные средства и приложения от разных производителей.

Основные методы обеспечения характеристик сети

Методы QoS

Основаны на анализе типов трафиков и управления очередями на коммутационном оборудовании

Метод обслуживания сетями с **избыточной пропускной способностью** – дорого, хотя в магистрях такое допускается

Методы инжиниринга трафика – методы управляющие маршрутами следования пакетов, оптимально распределяя ресурсы сети

Методы компрессии трафика

Методы обеспечения качества обслуживания (QoS, Quality of service)

- **Методы QoS** направлены на улучшение характеристик производительности и надежности сети, эти методы позволяют уменьшить задержки, вариации задержек, а также потери пакетов в периоды перегрузки сети, создавая тем самым необходимые условия для удовлетворительного обслуживания сетью трафика приложений.
- (Основная проблема в сетях с коммутацией пакетов – буферизация на устройствах коммутаторах, маршрутизаторах, появление очередей)

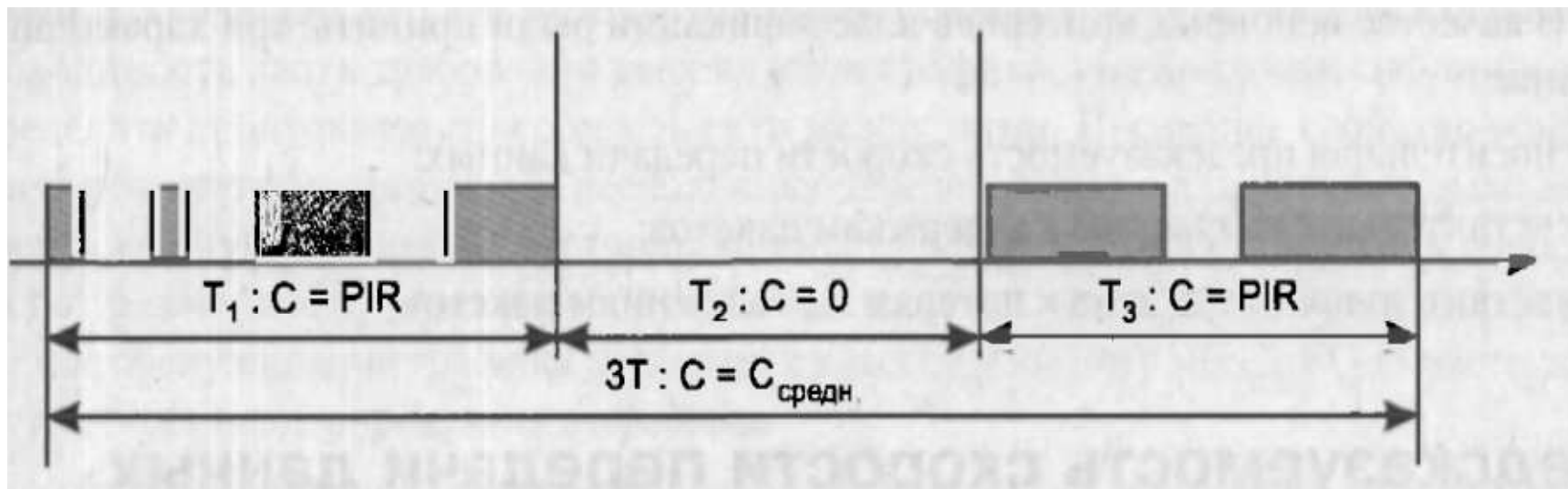
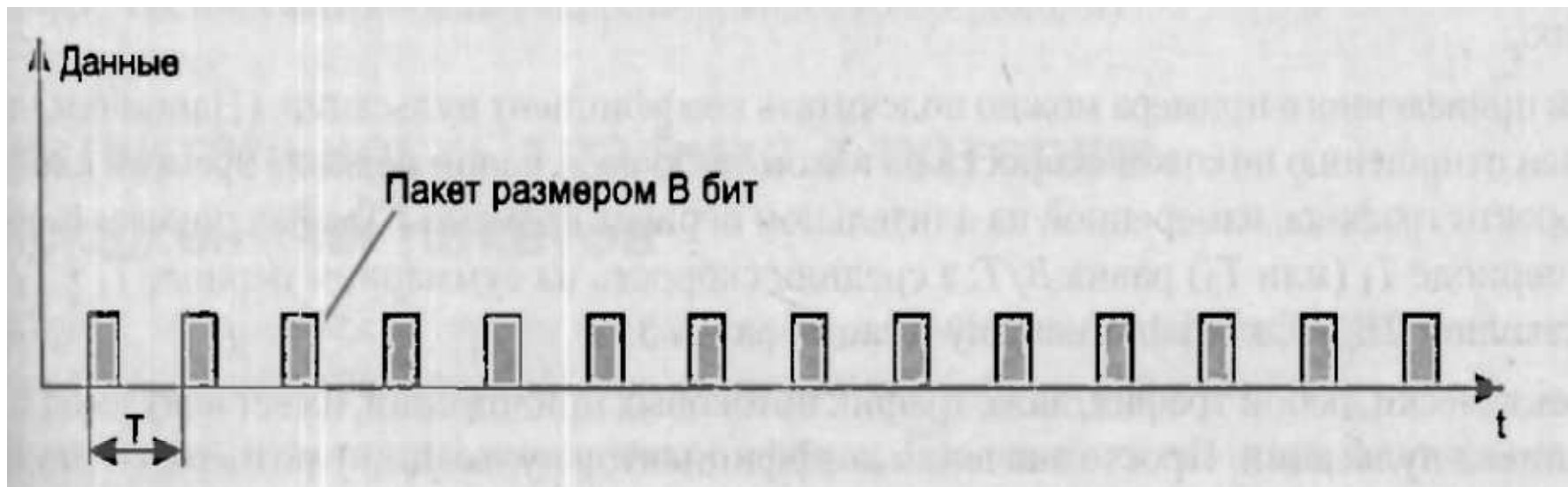
Классификация видов трафика

В качестве основных критериев классификации трафика были приняты три характеристики :

- относительная предсказуемость **скорости** передачи данных;
- чувствительность трафика к **задержкам** пакетов;
- чувствительность трафика к **потерям и искажениям** пакетов.

Предсказуемость скорости передачи

- В отношении предсказуемости скорости передачи данных приложения делятся на два больших класса: приложения с потоковым трафиком и приложения с пульсирующим трафиком.



Трафик с переменной битовой скоростью

$B = \text{PIR} \times T$ Кол-во бит за период

Коэф пульс – пиковая скорость за малый период на среднюю скорость.

Чувствительность трафика к задержкам пакетов

- **Асинхронные приложения.** Практически не имеют ограничений на время задержки (эластичный трафик). Пример такого приложения — **электронная почта**.
- **Интерактивные приложения.** Задержки могут быть замечены пользователями, но они не сказываются негативно на функциональности приложений. Пример — **текстовый редактор**, работающий с удаленным файлом.
- **Изохронные приложения.** Имеется порог чувствительности к вариациям задержек, при превышении которого резко снижается функциональность приложения. Пример — **передача голоса**, когда при превышении порога вариации задержек в 100-150 мс резко снижается качество воспроизводимого голоса.
- **Сверхчувствительные к задержкам приложения.** Задержка доставки данных сводит функциональность приложения к нулю. Пример — приложения, **управляющие техническим объектом в реальном времени**. При запаздывании управляющего сигнала на объекте может произойти авария.

Чувствительность трафика к потерям и искажениям пакетов

- Чувствительные к потере

Команды, цифро-алфавитные протоколы

- Устойчивые к потере

- К этому типу относятся многие приложения, передающие трафик с информацией об Инерционных физических процессах. Например — голос, видео. можно восстановить потери по принятым. Но если траффик сжать, то уже трафик становится чувствительным

Например, при создании сети АТМ на основе анализа различных видов трафика было выделено пять основных

- **А** Постоянная битовая скорость, чувствительность к задержкам, передача с установлением соединения (например, **голосовой трафик**, трафик телевизионного изображения). Параметры QoS: пиковая скорость передачи данных, задержка, джиттер
- **В** Переменная битовая скорость, чувствительность к задержкам, передача с установлением соединения (например, **компрессированный голос, компрессированное видео изображение**). Параметры QoS: пиковая скорость передачи данных, пульсация, средняя скорость передачи данных, задержка, джиттер
- **С** Переменная битовая скорость, эластичность, передача с установлением соединения (например, трафик компьютерных сетей, в которых конечные узлы работают по **протоколам с установлением соединений** — frame relay, X.25, TCP). Параметры QoS: пиковая скорость передачи данных, пульсация, средняя скорость передачи данных
- **Д** Переменная битовая скорость, эластичность, передача без установления соединения (например, трафик компьютерных сетей, в которых конечные узлы работают **по протоколам без установления соединений** — IP/UDP, Ethernet). Параметры QoS не определены
- **Х** Тип трафика и его параметры определяются пользователем

Основная идея QoS

- Коммутатор можно рассматривать как устройство с каналами обслуживания и ограниченной очередью. При соотношении интенсивности потока заявок к интенсивности обслуживания больше 1 возникает очередь, до бесконечности.
- Основная идея, лежащая в основе всех методов поддержания характеристик QoS заключается в следующем: общая производительность каждого ресурса должна быть разделена между разными классами трафика неравномерно.