

Лекция 2. Требования, предъявляемые к современным инфокоммуникационным системам и сетям

Лекция по дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»

Преподаватель: к.т.н., доцент,
доцент кафедры автоматизации и информационных систем
Грачев Виталий Викторович

Основные определения

- ▶ **Характеристика** (от др.-греч. χαρακτηριστικός «отличительный») - совокупность отличительных свойств (атрибутов) кого-либо или чего-либо.
- ▶ **Характеристика инфокоммуникационной системы/сети** - совокупность отличительных атрибутов инфокоммуникационной системы/сети, отражающая такие важнейшие свойства сети, как производительность, надежность, безопасность и т.п.
- ▶ **Производительность инфокоммуникационной системы/сети** - комплексная характеристика, определяющая параметры передачи и обработки информации в инфокоммуникационной системе/сети.
- ▶ **Надежность инфокоммуникационной системы/сети** - комплексная характеристика, определяющая возможность сохранять работоспособность инфокоммуникационной системе/сети в заданных условиях функционирования.
- ▶ **Безопасность инфокоммуникационной системы/сети** - комплексная характеристика, определяющая меры защиты инфокоммуникационной системы/сети от несанкционированного доступа, случайного или преднамеренного вмешательства в нормальные действия или попыток разрушения ее компонентов.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей

Качество
обслуживания

Возможность
оценки (измерения)
характеристики

Субъект
оценивания
характеристики

Временная шкала
оценивания
характеристики

Степень
определенности
(достоверности)
характеристики

Степень
изменения
характеристик во
времени

и т.д.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по качеству обслуживания

Качество обслуживания

Характеристики качества
транспортных услуг

Характеристики качества
информационных услуг

- ▶ **Качество обслуживания** - Quality of Service, QoS
- ▶ **Характеристики качества транспортных услуг** отражают такие важные свойства сети, как производительность, надежность, безопасность. Часть этих характеристик может оценена количественно и измерена при обслуживании пользователя.
- ▶ **Характеристики качества информационных услуг** труднее поддаются формализации и в рамках данного курса не рассматриваются.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по возможности оценки (измерения)

Возможность оценки (измерения) характеристики

Субъективные (качественные)
характеристики

Объективные (формализованные)
характеристики

- ▶ **Субъективные (качественные) оценки** отражают пожелания пользователей (клиентов) к качеству сетевых сервисов.
- ▶ **Объективные (формализованные) характеристики** позволяют количественно оценить тот или иной аспект качества и не зависят от пользователей (клиентов).
- ▶ **Субъективная оценка** обусловлена точкой зрения, мировоззрением субъекта и теми критериями, которые выбирает субъект.
- ▶ **Объективная оценка** строится на критериях, независящих от особенностей субъекта.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по субъект оценивания

Субъект оценивания характеристики

Пользовательские характеристики

Характеристики поставщика услуг

- ▶ **Пользовательские характеристики** - это наиболее важные для пользователя характеристики транспортных услуг - возможность без потерь и перерывов в обслуживании (*надежность*) передавать с заданной скоростью (*производительность*) защищенную от несанкционированного доступа и подмены информацию (*безопасность*).
- ▶ Существуют ряд важных для поставщика услуг (провайдера) характеристик сети, которые не интересуют пользователей.
- ▶ **Характеристики поставщика услуг** - характеристики ресурсов, с помощью которых провайдер обслуживает пользователей, например производительность коммутатора, масштабируемость, управляемость, гибкость сети и т.п.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по временной шкале оценивания

Временная шкала оценивания характеристики

Долговременные характеристики
(от нескольких месяцев до
нескольких лет)

Среднесрочные характеристики
(от нескольких секунд до
нескольких дней)

Краткосрочные характеристики
(доли секунды)

- ▶ **Долговременные характеристики** (от нескольких месяцев до нескольких лет) - характеристики проектных решений. Например, топология сети, набор моделей и количество коммутаторов, пропускная способность линий связи.
- ▶ **Среднесрочные характеристики** определяются на интервалах времени от нескольких секунд до нескольких дней. Например, средняя скорость потоков трафика, средние значения задержек пакетов, определяемые на достаточно продолжительном промежутке времени.
- ▶ **Краткосрочные характеристики** относятся к темпу обработки отдельных пакетов и измеряются в микросекундном и миллисекундном диапазонах. Например, время буферизации, время пребывания пакета в очереди коммутатора.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по степени определенности (достоверности)

Степень определенности (достоверности)

Детерминированные
характеристики

Статистические (вероятностные)
характеристики

- ▶ **Детерминированные характеристики** - это характеристики инфокоммуникационных систем/сетей, которые имеют конкретные и постоянные числовые значения.
- ▶ **Статистические (вероятностные) характеристики** - это характеристики инфокоммуникационных систем/сетей, носящие случайный характер.

Классификация характеристик инфокоммуникационных систем/сетей по степени изменения во времени

Степень изменения характеристик во времени

Статические характеристики

Динамические характеристики

- ▶ **Статические характеристики** - это характеристики инфокоммуникационных систем/сетей, которые не изменяются со временем.
- ▶ **Динамические характеристики** - это характеристики инфокоммуникационных систем/сетей, изменяющиеся со временем.

Характеристики производительности инфокоммуникационных систем и сетей

Характеристики производительности

Время реакции

Время оборота
данных

Пропускная
способность

Скорость передачи
данных

Величина
пульсации

Задержка доставки
пакета

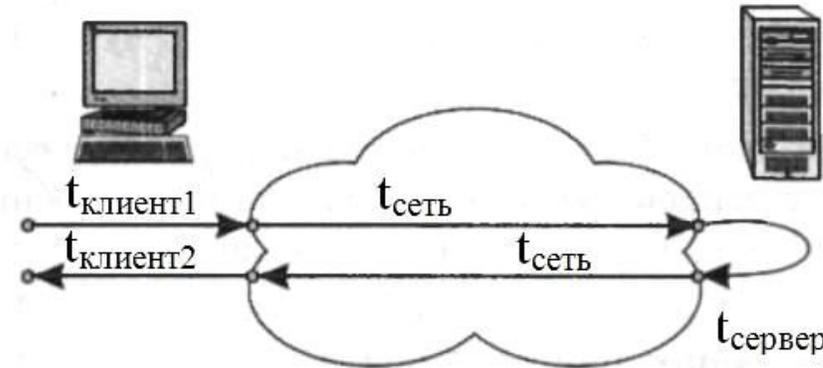
Задержка
передачи

и т.д.

Характеристика производительности №1.

Время реакции

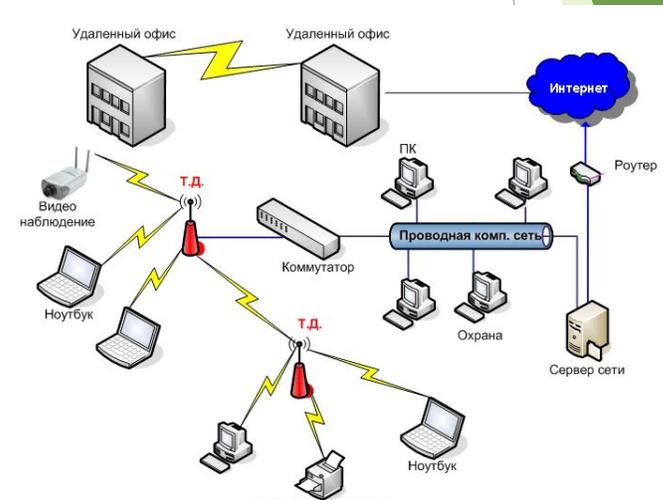
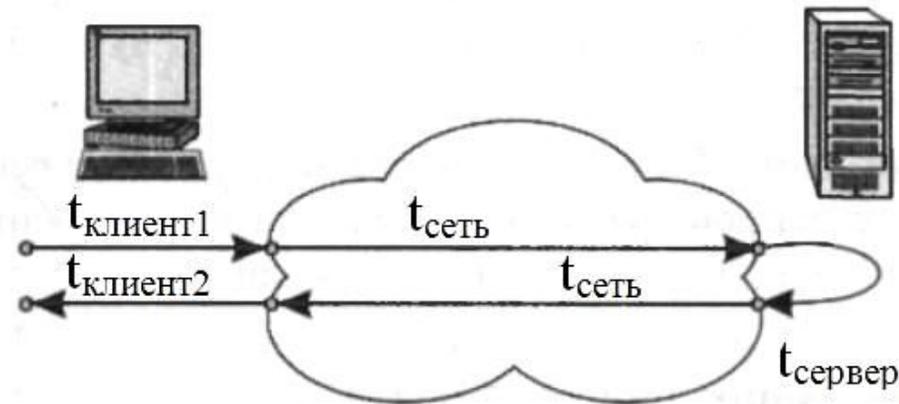
- ▶ **Время реакции системы/сети** - это интервал времени между возникновением запроса пользователя к какой-либо сетевой службе и получением ответа на этот запрос.



- ▶ Время реакции сети можно представить в виде нескольких слагаемых: время подготовки запросов на клиентском компьютере $t_{\text{клиент1}}$, время передачи запросов между клиентом и сервером через сеть $t_{\text{сеть}}$, время обработки запросов на сервере $t_{\text{сервер}}$, время передачи ответов от сервера клиенту через сеть (снова $t_{\text{сеть}}$) и время обработки получаемых от сервера ответов на клиентском компьютере ($t_{\text{клиент2}}$).
- ▶ Время реакции сети характеризует сеть в целом, в том числе качество работы аппаратного и программного обеспечения серверов. Для того чтобы отдельно оценить транспортные возможности сети, чаще используется другая характеристика – время оборота данных по сети.

Характеристика производительности №2. Время оборота данных по сети

- ▶ **Время оборота (Round Trip Time, RTT) данных по сети** – это «чистое» время транспортировки данных от узла отправителя до узла назначения и обратно без учета времени, затраченного узлом назначения на подготовку ответа: $RTT = 2 \times t_{\text{сеть}}$.



- ▶ RTT является полезной характеристикой в том случае, когда значения времени передачи данных по сети в прямом и обратном направлениях отличаются друг от друга. Как и для односторонних задержек, значение RTT можно оценивать по его среднему и максимальному (с заданной вероятностью) значениям.
- ▶ Требования к сети должны включать ограничения на среднюю вариацию задержки или максимальное значение вариации задержки.

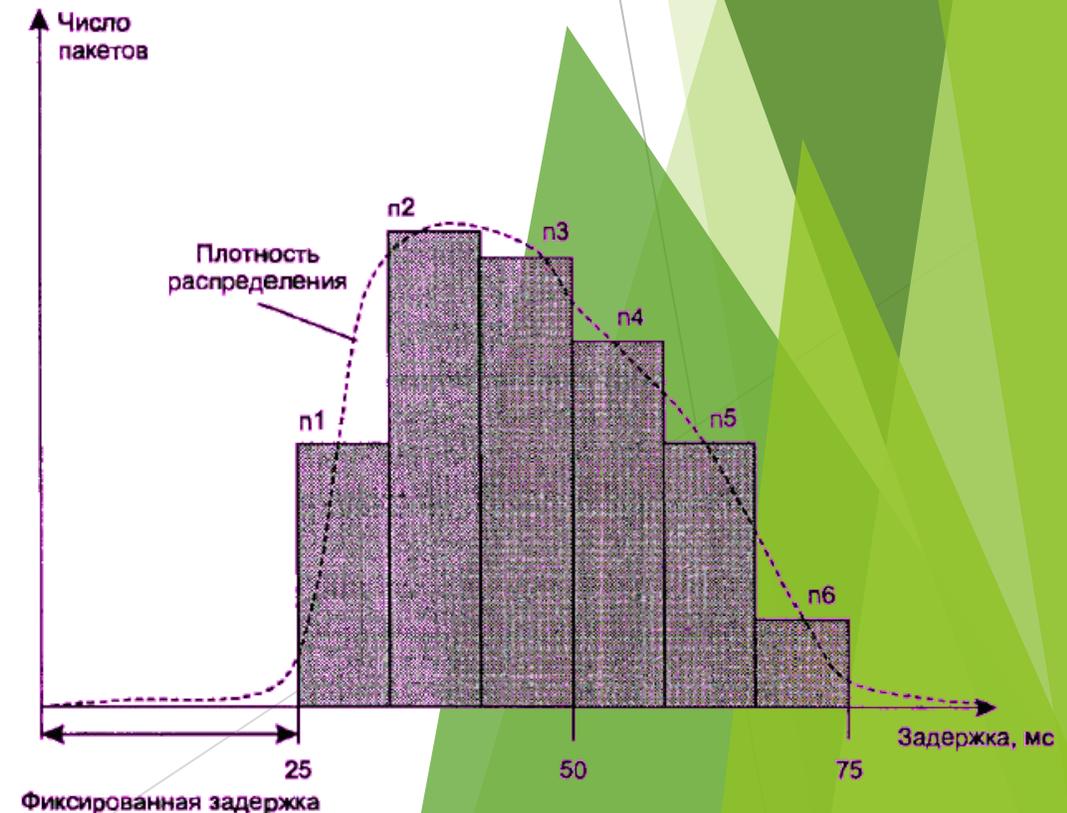
Характеристики производительности №3, 4. Скорость передачи и пропускная способность

- ▶ **Скорость передачи** отражает объем данных, переданных сетью или ее частью в единицу времени. Скорость измеряется либо в битах в секунду, либо в пакетах в секунду.
- ▶ **Средняя скорость** вычисляется путем деления общего объема переданных данных на время их передачи, причем выбирается достаточно длительный промежуток времени – час, день или неделя.
- ▶ **Мгновенная скорость** отличается от средней тем, что для усреднения выбирается очень маленький промежуток времени – например, 10 мс или 1 с.
- ▶ Скорость передачи данных можно измерять между любыми двумя узлами, или точками, сети, например между клиентским компьютером и сервером, между входным и выходным портами маршрутизатора. Для анализа и настройки сети очень полезно знать данные о **пропускной способности** отдельных элементов сети.
- ▶ **Пропускная способность** сети составного пути в сети равна минимальной из пропускных способностей составляющих элементов маршрута. Поэтому максимальная скорость передачи данных всегда ограничена пропускной способностью таких элементов. Для повышения пропускной способности составного пути необходимо в первую очередь обратить внимание на самые медленные элементы, называемые узкими местами (bottleneck).

Характеристики производительности №5, 6.

Задержка доставки пакетов и задержка передачи

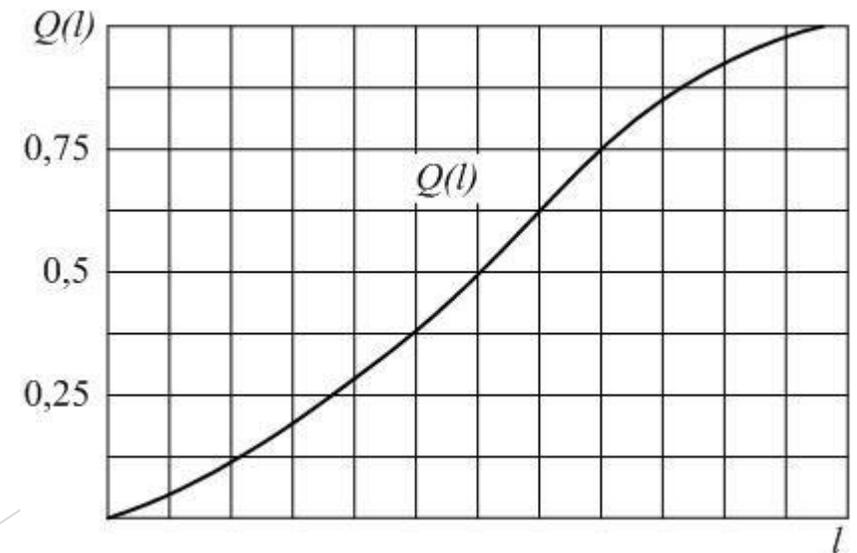
- ▶ **Задержка доставки пакета** - промежуток времени, требующийся для передачи пакета через сеть, связанный с распространением сигнала, буферизацией пакета на промежуточных устройствах и пересылкой пакета.
- ▶ Гистограмма распределения задержек доставки пакетов показывает, какие уровни задержек пакетов более вероятны, какие менее.
- ▶ **Задержка передачи** - задержка между моментом поступления пакета на вход какого-либо устройства или части сети и моментом появления его на выходе этого устройства.
- ▶ Гистограмма распределения задержек доставки пакетов показывает, какие уровни задержек пакетов более вероятны, какие менее.



Характеристики надежности №1, 2.

Средняя наработка на отказ, вероятность отказа

- ▶ **Средняя наработка на отказ** - технический параметр, характеризующий надёжность восстанавливаемого прибора, устройства элемента инфокоммуникационной системы/ сети или всей системы/сети в целом.
- ▶ Средняя наработка на отказ измеряется в часах, днях, месяцах, годах и характеризует среднюю продолжительность работы устройства между отказами, то есть показывает, какая наработка в среднем приходится на один отказ.
- ▶ **Вероятность отказа** - вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации, в пределах заданной наработки произойдет хотя бы один отказ прибора, устройства элемента инфокоммуникационной системы/ сети.
- ▶ В начале эксплуатации исправного маршрутизатора вероятность отказа $Q(0) = 0$, так как при времени работы $l = 0$ вероятность того, что хотя бы один его элемент откажет, принимает минимальное значение - 0. С увеличением времени работы l вероятность отказа $Q(l)$ будет увеличиваться. В процессе приближения срока эксплуатации к бесконечно большой величине вероятность отказа будет стремиться к единице $Q(l \rightarrow \infty) = 1$. Таким образом в процессе наработки величина вероятности отказа изменяется в пределах от 0 до 1.



Характеристики надежности №3, 4, 5.

Интенсивность отказов. Доля потерянных пакетов. Сохранность данных

- ▶ **Интенсивность отказов** – отношение числа отказавших элементов инфокоммуникационной системы/сети в единицу времени к среднему числу элементов, исправно работающих в данный отрезок времени при условии, что отказавшие элементы не восстанавливаются и не заменяются исправными.
- ▶ Интенсивность отказов численно равна числу отказов в единицу времени, отнесенное к числу элементов, безотказно проработавших до этого времени.
- ▶ **Доля потерянных пакетов** - это отношение количества потерянных пакетов к общему числу передаваемых в канале. Потерянный пакет мешает «собрать» сообщение, информацию о котором он несет.
- ▶ **Сохранность данных** - это способность инфокоммуникационной системы/сети обеспечивать в течение своего жизненного цикла хранение данных в неискаженном виде и исключать их случайное уничтожение.

Характеристики надежности №6, 7, 8

Доступность. Отказоустойчивость. Резервирование.

- ▶ **Доступность** - доля времени, в течение которого инфокоммуникационная система/сеть или отдельный ее элемент или сегмент находится в работоспособном состоянии.
- ▶ Доступность является долговременной статистической характеристикой, поэтому измеряется на большом промежутке времени, которым может быть день, месяц или год. Примером высокого уровня доступности является коммуникационное оборудование телефонных сетей, лучшие представители которого обладают так называемой доступностью «пять девяток». Это означает, что доступность равна 0,99999, что соответствует чуть более 5 минутам простоя в год.
- ▶ **Отказоустойчивость** - способность системы скрывать от пользователя отказ отдельных ее элементов. Например, если коммутатор оснащен двумя коммутационными центрами, работающими параллельно, то отказ одного из них не приведет к полному останову коммутатора. Однако производительность коммутатора снизится, он будет обрабатывать пакеты вдвое медленней. В отказоустойчивой системе отказ одного из элементов приводит к некоторому снижению качества ее работы (деградации), а не к полному останову.
- ▶ **Резервирование** – метод повышения характеристик надежности технических устройств или поддержания их на требуемом уровне посредством введения аппаратной избыточности за счет включения запасных (резервных) элементов и связей, дополнительных по сравнению с минимально необходимым для выполнения заданных функций в данных условиях работы.

Характеристики безопасности №1, 2, 3

Конфиденциальность. Доступность. Целостность

- ▶ **Конфиденциальность** - гарантия того, что секретные данные будут доступны только тем пользователям, которым этот доступ разрешен (такие пользователи называются авторизованными).
- ▶ **Доступность** - гарантия того, что авторизованные пользователи всегда получают доступ к данным.
- ▶ **Целостность** - гарантия сохранности данными правильных значений, которая обеспечивается запретом для неавторизованных пользователей каким-либо образом изменять, модифицировать, разрушать или создавать данные.
- ▶ Целью злоумышленников может быть нарушение каждой их составляющих информационной безопасности - доступности, целостности или конфиденциальности.
- ▶ Требования безопасности могут меняться в зависимости от назначения системы, характера используемых данных и типа возможных угроз. Трудно представить систему, для которой были бы не важны свойства целостности и доступности, но свойство конфиденциальности не всегда является обязательным. Например, если вы публикуете информацию в Интернете на веб-сервере и вашей целью является сделать ее доступной для самого широкого круга людей, то конфиденциальность в данном случае не требуется. Однако требования целостности и доступности остаются актуальными.

Характеристики поставщика услуг №1-5.

Расширяемость. Масштабируемость. Управляемость. Совместимость.

Прозрачность

- ▶ **Расширяемость** - возможность сравнительно легкого добавления отдельных компонентов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб), наращивания длины сегментов кабелей и замены существующей аппаратуры более мощной.
- ▶ **Масштабируемость** означает, что сеть позволяет наращивать количество узлов и протяженность связей в очень широких пределах, при этом производительность сети не ухудшается.
- ▶ **Управляемость системы/сети** подразумевает возможность централизованно контролировать состояние основных элементов сети, выявлять и разрешать проблемы, возникающие при работе сети, выполнять анализ производительности и планировать развитие сети.
- ▶ **Совместимость системы/сети** - система/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.
- ▶ **Прозрачность** - система/сеть представляется пользователям не как множество отдельных компьютеров, связанных между собой сложной системой кабелей, а как единая традиционная вычислительная машина с системой разделения времени. Известный лозунг компании Sun Microsystems: «Сеть — это компьютер» — говорит именно о такой прозрачной сети.

Характеристики поставщика услуг №6, 7. Универсальность. Гибкость

- ▶ **Универсальность системы/сети** - это возможность подключения к системе/сети разнообразного технического оборудования и программного обеспечения от разных производителей.
- ▶ **Гибкость системы/сети** - это способность системы/сети к адаптации и дальнейшему развитию, возможность приспособления инфокоммуникационной системы/сети к новым условиям, новым потребностям предприятия.