

## Лекция 13. Требования к КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

### (НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ)

Одна из первоначальных целей создания распределенных систем, к которым относятся и вычислительные сети, заключалась в достижении большей надежности по сравнению с отдельными вычислительными машинами.

Важно различать несколько аспектов надежности.

Для сравнительно простых технических устройств используются такие показатели надежности, как:

- среднее время наработки на отказ;
- вероятность отказа;
- интенсивность отказов.

Однако эти показатели пригодны для оценки надежности простых элементов и устройств, которые могут находиться только в двух состояниях - работоспособном или неработоспособном. Сложные системы, состоящие из многих элементов, кроме состояний работоспособности и нетрудоспособности, могут иметь и другие промежуточные состояния, которые эти характеристики не учитывают.

Для оценки надежности сложных систем применяется другой набор характеристик:

- готовность или коэффициент готовности;
- сохранность данных;
- согласованность (непротиворечивость) данных;
- вероятность доставки данных;
- безопасность;
- отказоустойчивость.

Готовность или коэффициент готовности (availability) означает период времени, в течение которого система может использоваться. Готовность может быть повышена путем введения избыточности в структуру системы: ключевые элементы системы должны существовать в нескольких экземплярах, чтобы при отказе одного из них функционирования системы обеспечивали другие.

Чтобы компьютерную систему можно было считать высоконадежной, она должна как минимум иметь высокую готовность, но этого недостаточно. необходимо обеспечить

сохранность данных и защиту их от искажений. Кроме того, должна поддерживаться согласованность (непротиворечивость) данных, например если для повышения надежности на нескольких файловых серверах хранится несколько копий данных, то нужно постоянно обеспечивать их идентичность.

Потому что сеть работает на основе механизма передачи пакетов между конечными узлами, одной из характеристик надежности является вероятность доставки пакета узлу назначения без искажений. наряду с этой характеристикой могут использоваться и другие показатели: вероятность потери пакета (по каждой из причин - из-за переполнения буфера маршрутизатора, разногласия контрольной суммы, отсутствии трудоспособного пути к узлу назначения и т.д.), вероятность искажение отдельного бита передаваемых данных, соотношение количества утерянных и доставленных пакетов.

Другим аспектом общей надежности является безопасность (security), то есть способность системы защиты данных от несанкционированного доступа. В распределенной системе это сделать гораздо сложнее, чем в централизованной. В сетях сообщение передаются по линиям связи, часто проходят через общедоступные помещения, в которых могут быть установлены средства прослушивания линий. другим уязвимым местом могут стать оставленные без присмотра персональные компьютеры. Кроме того, всегда есть потенциальная угроза взлома защиты сети от неавторизованных пользователей, если сеть имеет выходы в глобальные общедоступные сети.

Еще одной характеристикой надежности является отказоустойчивость (fault tolerance). В сетях под отказоустойчивостью понимается способность системы скрыть от пользователя отказ отдельных ее элементов. Например, если копии таблицы базы данных хранятся одновременно на нескольких файловых серверах, пользователи могут просто не заметить отказа одного из них.

В отказоустойчивости системы выход из строя одного из ее элементов приводит к некоторому снижению качества ее работы (деградации).

Так, при отказе одного из файловых серверов в предыдущем примере увеличивается только время доступа к базе данных из-за уменьшения степени распараллеливания запросов, но в целом система будет продолжать выполнять свои функции.

## Расширяемость и масштабируемость

<b>Расширяемость (extensibility)</b>		<b>Масштабируемость (scalability)</b>	
Возможность сравнительно легкого добавления отдельных элементов сети		легкость	расширение системы может обеспечиваться в некоторых весьма ограниченных пределах
возможность добавления (необязательно легкие) элементов сети		Масштабируемость означает, что наращивать сеть можно в очень широких пределах, при сохранении потребительских свойств сети	

расширяемость **(Extensibility)** означает возможность сравнительно легкого

добавления отдельных элементов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб),

наращивание длины сегментов сети и замены существующей аппаратуры более мощной.

При этом принципиально важно, что легкость расширения системы иногда может обеспечиваться в весьма ограниченных пределах. Например, локальная сеть Ethernet, построена на основе одного сегмента толстого коаксиального кабеля, обладает хорошей расширяемостью, в том смысле, что позволяет без труда подключать новые станции.

Однако такая сеть имеет ограничения на число станций - оно не должно превышать 30-40. Хотя сеть допускает физическое подключение к сегменту и большего числа станций (до 100), но при этом чаще всего резко снижается производительность сети. Наличие такого ограничения и является признаком плохой масштабируемости системы при хорошей расширяемости.

масштабируемость **(Scalability)** означает, что сеть позволяет наращивать

количество узлов и протяженность связей в очень широких пределах, при этом

производительность сети не ухудшается. Для обеспечения масштабируемости сети

приходится применять дополнительное коммуникационное оборудование и специальным

образом структурировать сеть. Например, хорошей масштабируемостью имеет

многосегментная сеть, построенная с использованием коммутаторов и

маршрутизаторов, и имеет иерархическую структуру связей. Такая сеть может

включать несколько тысяч компьютеров и при этом обеспечивать каждому

пользователю сети нужно качество обслуживания.

прозрачность

**Прозрачность (transparency)** сети достигается в том случае, когда 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.

Прозрачность может быть достигнута на двух разных уровнях - на уровне пользователя и на уровне программиста. На уровне пользователя прозрачность означает, что для работы с изъятими ресурсами он использует те же команды и привычные процедуры, и для работы с локальными ресурсами. На программном уровне прозрачность заключается в том, что приложения для доступа к удаленным ресурсам нужны те же вызовы, что и для доступа к локальным ресурсам. Прозрачности на уровне пользователя достичь проще, потому что все особенности процедур, связанные с распределенным характером системы, прячутся от пользователя программистом, который создает приложение. Прозрачность на уровне приложения требует сокрытия всех деталей распределенности средствами сетевой операционной системы.

Прозрачность - свойство сети скрывать от пользователя детали своего внутреннего устройства, упрощает работу в сети.

Сеть должна скрывать все особенности операционных систем и различия в типах компьютеров. Пользователь компьютера Macintosh должен иметь возможность обращаться к ресурсам, поддерживаемых Unix-системой, а пользователь UNIX - разделять информацию с пользователями Windows 95. Подавляющее большинство пользователей ничего не хочет знать о внутренних форматах файлов или о синтаксисе команд UNIX. Пользователь терминала IBM 3270 должен иметь возможность обмениваться сообщениями с пользователями сети персональных компьютеров без необходимости вникать в секреты адресов, трудно запоминаются.

Концепция прозрачности применима к различным аспектам сети. К примеру, прозрачность расположения означает, что от пользователя не требуется знать местонахождение программных и аппаратных ресурсов, таких как процессоры, принтеры, файлы и базы данных. Имя ресурса не должно включать информацию о месте его расположения, поэтому имена типа `machine1: prog.c` или `\\ ftp_serv \ pub` прозрачными не являются. Аналогично, прозрачность перемещения означает, что ресурсы могут свободно перемещаться с одного компьютера в другой без изменения имен. Еще одним из возможных аспектов прозрачности является прозрачность параллелизма, которая заключается в том, что процесс распараллеливания вычислений происходит автоматически, без участия программиста, при этом система сама распределяет параллельные ветви приложения по процессорам и компьютерам сети. В это время нельзя сказать, что свойство прозрачности полной

степени характерно многим вычислительным сетям, это скорее цель, к которой стремятся разработчики современных сетей.

#### **Поддержка различных видов трафика**

Компьютерные сети изначально предназначались для совместного доступа к ресурсам компьютеров: файлам, принтерам и т.п. Трафик, создаваемый этими традиционными службами компьютерных сетей, имеет свои особенности и существенно отличается от трафика сообщений в телефонных сетях или, например, в сетях кабельного телевидения. Однако в девяностые годы в компьютерные сети проник трафик мультимедийных данных, представляющих в цифровой форме речь и видеоизображения. Компьютерные сети стали использоваться для организации видеоконференций, обучение на основе видеофильмов и т.п. Естественно, что для динамической передачи мультимедийного трафика нужны другие алгоритмы и протоколы, и, соответственно, другое оборудование. Хотя доля мультимедийного трафика пока небольшая, он уже начал проникать как в глобальные, так и в локальные сети, и этот процесс, видимо, будет активно продолжаться.

Главной особенностью трафика, образующегося при динамической передаче голоса или изображения, является наличие жестких требований к **синхронности переданных** сообщений. Для качественного воспроизведения непрерывных процессов, которыми являются звуковые колебания или изменения интенсивности света в видеоизображении, необходимо получение измеренных и закодированных амплитуд сигналов с той же частотой, с которой они были измерены на передающей стороне. При запаздывании сообщений будут наблюдаться искривление.

В то же время трафик компьютерных данных характеризуется крайне неравномерной интенсивностью поступления сообщений в сеть при отсутствии твердых требований к синхронности доставки этих сообщений. Например, доступ пользователя, работающего с текстом на удаленном диске, порождает случайный поток сообщений между удаленным и локальным компьютерами, зависит от действий пользователя, причем задержки при доставке в некоторых (довольно широких с компьютерной точки зрения) пределах мало влияют на качество обслуживания пользователя сети. Все алгоритмы компьютерной связи, соответствующие протоколы и коммуникационное оборудование были рассчитаны именно на такой "пульсирующий" характер трафика, поэтому необходимость передавать мультимедийный трафик требует внесения принципиальных

изменений, как в протоколы, так и в оборудование. Сегодня практически все новые протоколы той или иной степени оказывают поддержку мультимедийного трафика.

Особую сложность представляет сочетание в одной сети традиционного компьютерного и мультимедийного трафика. Передача исключительно мультимедийного трафика компьютерной сетью хотя и связана с определенными сложностями, но доставляет меньше хлопот. А вот сосуществования двух типов трафика с противоположными требованиями к качеству обслуживания является гораздо более сложной задачей.

Конечно протоколы и оборудование компьютерных сетей относят мультимедийный трафик к факультативному, поэтому качество его обслуживания оставляет желать лучшего. Сегодня затрачиваются большие усилия по созданию сетей, не затрагивают интересы одного из типов трафика. Наиболее близки к этой цели сети на основе технологии АТМ, разработчики которой изначально учитывали случай сосуществования разных типов трафика в одной сети.