



Задержки в системах связи: сегодня и завтра

К.И. КУКК, российский инженер и ученый, лауреат Ленинской премии, доктор технических наук

Введение

Слово “задержка”, которое звучит в названии этой статьи, имеет много синонимов, таких как “замедление”, “опоздание”, “затяжка”, “волокита” и др. Все эти слова носят некий отрицательный характер. Такие выражения, как “задержка с выдачей зарплаты”, “опоздание на работу”, “замедление экономического роста”, “бюрократическая волокита”, ничего, кроме негативных эмоций, не вызывают.

Задержка сигнала связи, являясь характеристикой любой системы связи, также в большинстве случаев отрицательно сказывается на качестве связи.

Задержки возникают при распространении информации во всякой среде передачи, а также в любой аппаратуре по обработке передаваемых сигналов. Нулевой задержки быть не может.

Влияние задержки на качество связи

Большинство телекоммуникационных систем работает в режиме, когда между пользователями системы осуществляется взаимодействие, выраженное в интерактивном информационном обмене. Обычно взаимодействующие абоненты разнесены в пространстве, между ними всегда имеется некая более или менее протяженная среда распространения электромагнитных колебаний, а также электронные или оптические устройства обработки передаваемых сигналов. Скорость информационного обмена в значительной степени зависит от времени распространения сигналов в среде между абонентами. Электронные или оптические устройства в телекоммуникационной сети также вносят определенную задержку сигнала.

Величина задержки является одним из важнейших показателей качества связи, влияющих на

надежную работу и производительность телекоммуникационной сети.

Среди многочисленных приложений не все одинаково чувствительны к задержкам. Практическое отсутствие ограничений по времени задержки имеют так называемые асинхронные приложения. Понятие асинхронности характеризует несовпадение событий во времени, как это имеет место в электронной почте и при передаче данных.

Наибольшую чувствительность к задержкам проявляют интерактивные приложения в реальном масштабе времени. Интерактивность определяет степень информационного взаимодействия между объектами и субъектами. Расширение интерактивности во всех сферах информационной деятельности является велением настоящего времени.

Меньше всего задержки влияют на интерактивные приложения, в которых эта задержка не приводит к нарушению функциональности, а лишь вызывает некоторое замедление темпа работы в интерактивном режиме.

К особой категории интерактивных приложений относятся те, у которых при задержках, превышающих определенное значение, снижается качество связи. Примером является телефонная связь. Натуральная воспроизводимость голоса начинает снижаться при задержках более 100 миллисекунд.

Имеются приложения, которые обладают сверхчувствительностью к задержкам. Величина таких задержек составляет единицы миллисекунд и менее. Примером могут служить системы связи и управления беспилотным воздушным, морским и наземным транспортом при больших скоростях движения, а также управление рядом стационарных технических объектов в реальном масштабе времени.

Любые временные интервалы, называемые задержками, можно раз-

делить на непроизводительные и производительные. К непроизводительным задержкам относятся все те, которые в силу различных причин снижают такие показатели систем или комплексов связи, как эффективность, скорость передачи информации, достоверность, дальность действия связи, качество предоставляемых услуг. К производительным задержкам относятся те, которые необходимы для обеспечения функционирования телекоммуникационного или радиооборудования по заданным техническим условиям. Если такие задержки выполняются в виде законченных устройств, то они называются линиями задержки.

О времени распространения электромагнитных колебаний в вакууме

Значительная доля задержки сигналов связи определяется временем распространения электромагнитных колебаний (света) в среде передачи.

Предельное значение скорости света в вакууме (299792458 м/с) не только определило принципы построения систем связи и их основные характеристики, реализованные человечеством, но и ограничило размеры видимого пространства Вселенной с помощью любых телескопов, размещенных на Земле или в Космосе.

Согласно современной модели Вселенной она имеет возраст 13,75 млрд лет, исчисляемый с момента ее рождения, т. е. Большого Взрыва. Значит, никакой фотон не может достичь наблюдателя на Земле за большее время. Таким образом, можно условно утверждать, что наблюдаемая Вселенная представляет собой шар радиусом 13,75 млрд световых лет. Для точности следует добавить, что первые фотоны, а следовательно, и свет во Вселенной, появились между 240000 и 300000 годами после Большого Взрыва.

Статью целиком читайте в бумажной версии журнала