

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

ФАКУЛЬТЕТ ВЕЧЕРНЕГО И ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

О.А. Симонина

**СЕТИ СВЯЗИ
АРХИТЕКТУРА И ТЕХНОЛОГИИ**

Методические указания
к контрольным работам

210406



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2009**

УДК 004.7(076.5)
ББК 397(076.5)
С37

*Рекомендованы к печати
редакционно-издательским советом университета*

Симонина, О.А.

С37 Сети связи. Архитектура и технологии: методические указания к контрольным работам (спец. 210406) / О.А. Симонина; ГОУВПО СПбГУТ. – СПб, 2009. – 32 с.

Приведены задание и варианты согласно номеру зачетной книжки, темы для изучения при подготовке контрольной работы, требования к содержанию отчета, необходимые знания для защиты. Также дана теоретическая справка с минимальным материалом, необходимым для выполнения контрольной работы, разобраны характерные примеры. В список литературы вошли как печатные издания, так и электронные ресурсы.

Предназначается для студентов заочной формы обучения по специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации».

**УДК 004.7(076.5)
ББК 397(076.5)**

© О.А. Симонина, 2009

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
им. проф. М.А.Бонч-Бруевича», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Переход к сетям NGN (Next Generation Networks – сети следующего поколения) стал результатом изменения структуры современного общества. Можно с полной уверенностью сказать, что сегодня мы живем в информационном обществе, когда информация имеет рыночную ценность. Одной из важнейших особенностей информационного общества является продажа телекоммуникационных услуг. Но для предоставления современных услуг – мультимедийных, интерактивных, доступных в любое время и в любом месте – необходимо иметь соответствующую сетевую инфраструктуру. Именно это определило переход от традиционных сетей связи к инфокоммуникационным технологиям.

Современные сети можно разделить на два типа: первый – сети NGN, построенные полностью на технологии IP; второй – конвергентные решения, позволяющие использовать уже существующую инфраструктуру традиционных сетей связи для передачи по ним мультисервисного трафика. Такая ситуация сложилась вследствие бурного развития телекоммуникационных технологий, когда капиталоемкая составляющая сетей связи, включающая в себя строительство и прокладку линий и т.п., не успевала за изменением требований, налагаемых развитием услуг. Поэтому одной из важнейших задач в настоящее время является возможность предоставления новых услуг с использованием существующей инфраструктуры.

Но если рассматривать современные инфокоммуникационные технологии с точки зрения услуг, легко видеть, что трафик, создаваемый этими услугами, мультисервисный. По одной сети необходимо передавать речь, видео и данные, что является нетривиальной задачей. Еще 20 лет назад для каждого типа трафика существовали специализированные сети, учитывающие его особенности. Однако с приходом в жизнь пользователей мультимедийных устройств, необходимо решать задачу обеспечения качества обслуживания независимо от типа сети и типа трафика. Например, пользователь современного мобильного телефона может вести разговор, посылать sms, имеет доступ в Интернет и возможность просмотра видео в режиме реального времени.

В процессе выполнения контрольной работы вам представится возможность ознакомиться с наиболее распространенными транспортными технологиями, изучить стек протоколов TCP/IP, получить представление об особенностях предоставляемых услуг, оценить достоинства и недостатки современных сетей при передаче мультисервисного трафика.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Изобразить графически процесс инкапсуляции в соответствии с вариантом (табл. 1), описать используемые протоколы прикладного, транспортного и сетевого уровней, технологию канального уровня, привести форматы заголовков протоколов.

При необходимости аргументировать использование фрагментации пакетов. Рассчитать протокольную избыточность, %, для заданного типа приложения и технологии канального уровня (табл. 1).

Привести пример расчета избыточности.

Для выполнения контрольной работы необходимо изучить следующие темы.

1. Эталонная модель ISO/OSI [1, 3, 6, 9, 10].
2. Связь эталонной модели ISO/OSI и модели TCP/IP [3, 7, 9, 10].
3. Протокол IP. Формат заголовка, адресация [3, 5-11].
4. Протоколы транспортного уровня TCP и UDP [3, 5–11].
5. Протоколы прикладного уровня [3, 5–11].
6. Технологии канального уровня [2, 4, 5, 7, 10, 11].
7. Качество обслуживания в современных сетях связи [1, 3, 7, 8, 10].

В контрольной работе необходимо представить:

- краткое описание и форматы заголовков используемых в вашем варианте технологий и протоколов;
- процесс инкапсуляции согласно варианту;
- расчет протокольной избыточности;
- сделать вывод об эффективности использования данной технологии для передачи трафика заданного типа.

Для защиты контрольной работы необходимо знать:

- основные особенности современных сетей связи (использование протокола IP на сетевом уровне, мультисервисность, поддержка качества обслуживания);
- стек протоколов модели гибридной модели TCP/IP и функции каждого из уровней;
- форматы используемых в варианте протоколов;
- транспортные технологии (канального и физического уровней), их особенности, применение, архитектуру.

Таблица 1

Варианты заданий согласно номеру зачетной книжки

Последняя цифра зачетной книжки	Предпоследняя цифра зачетной книжки	Приложение, генерирующее трафик	Размер передаваемых данных	Технология канального уровня
1	Четная и 0	Электронная почта (SMTP)	3 кбайт	FastEthernet
2		IP-телефония	6 мин	ATM
3		Веб-приложения	1 Мбайт	Frame Relay
4		Скачивание файлов с FTP-сервера	200 кбайт	PPP
5		Веб-приложения	1,1 Мбайт	Gigabit Ethernet
6		Веб-приложения	1,2 Мбайт	FastEthernet
7		Скачивание файлов с FTP-сервера	300 кбайт	ATM
8		IP-телефония	7 мин	Frame Relay
9		Электронная почта (HTTP)	5 кбайт	PPP
0		ICQ	2500 байт	Gigabit Ethernet
1		Нечетная	IP-телефония	8 мин
2	Веб-приложения		1,3 Мбайт	ATM
3	Скачивание файлов с FTP-сервера		400 кбайт	Frame Relay
4	Веб-приложения		1,4 Мбайт	PPP
5	Электронная почта (SMTP)		7 кбайт	Gigabit Ethernet
6	ICQ		6000 байт	FastEthernet
7	ICQ		3500 байт	ATM
8	Электронная почта (SMTP)		10 кбайт	Frame Relay
9	IP-телефония		9 мин	PPP
0	Скачивание файлов с FTP-сервера		500 кбайт	Gigabit Ethernet

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Трафик современных мультисервисных сетей можно разделить на три основных типа. Первый тип – это так называемый *эластичный трафик*, т.е. такой, что изменение пропускной способности участка сети почти не сказывается на качестве обслуживания. Эластичный трафик чувствителен к потерям и не чувствителен к задержкам. Второй – *поточковый трафик*, допускающий достаточно большие задержки (до 700 мс). И, наконец, третий – трафик, чувствительный к задержкам и относительно малочувствительный к потерям, т.е. трафик IP-телефонии и видеоконференцсвязи, так называемый *трафик реального времени*.

Эластичный трафик (Data)

Эластичный трафик – трафик передачи данных, в качестве транспортного протокола использующий TCP. Этот трафик отличается низкой чувствительностью к задержкам (до нескольких минут в зависимости от приложения) и не допускает потерь в сквозном соединении. Под потерями в сквозном соединении подразумевается, что часть информации не будет доставлена получателю. Однако пакеты могут быть сброшены на маршрутизаторах в случае перегрузок, а также удалены на стороне получателя в случае обнаружения ошибок. Потерянные пакеты должны быть обязательно «перезапрошены» с узла-отправителя. Сюда можно отнести, например, трафик, генерируемый такими приложениями, как электронная почта, пересылка файлов, веб-приложения и т.п.

Потоковый трафик (Stream)

Потоковый трафик порождается такими приложениями, как интернет-вещание, аудио и видео по требованию, IPTV (телевидение поверх IP-сетей). Этот тип трафика малочувствителен к потерям, задержкам и джиттеру задержки. Под джиттером задержки понимается отклонение значений задержки в сквозном соединении от среднего. На приеме обычно используется джиттер-буфер, сглаживающий неравномерность трафика внесением дополнительной задержки буфера. Таким образом, для передачи этого типа трафика вполне возможно использование в качестве транспортных протоколов как UDP, так и TCP.

Трафик реального времени (Real Time)

Приложения реального времени можно разделить на два типа: трафик транзакций и трафик реального времени, соответствующий мультимедийным приложениям. Оба типа трафика реального времени характеризуются высокой чувствительностью к задержкам и джиттеру задерж-

ки. В зависимости от класса обслуживания оговариваются их конкретные значения.

Трафик транзакций представляет собой сигналы управления различными объектами и процессами, например, удаленное администрирование сетевых устройств, а также игры on-line (так называемый game-traffic). Такой тип трафика предъявляет высокие требования к задержке, т.е. относится к типу, сверхчувствительному к задержкам, характеризуется высокой чувствительностью к потерям и переменной битовой скоростью (т.е. отличается высокой степенью непредсказуемости).

Таблица 2

Классификация типов трафика IP-сети по приложениям

Трафик	Приложения	Чувствительность к показателям QoS
Реального времени	IP-телефония Видеоконференцсвязь IPTV	К задержке К джиттеру задержки Малая к потерям
	Процессы управления Игры on-line	К задержке К джиттеру задержки К потерям
Потоковый	Аудио по требованию Видео по требованию Интернет-вещание	Малая к задержке К джиттеру задержки К потерям
Эластичный	Конференция документов	Малая к задержке Малая к джиттеру задержки Высокая к потерям
	Анимация Передача файлов E-mail	Очень малая к задержке Малая к джиттеру задержки Высокая к потерям

Трафик реального времени, порожденный такими процессами, как речь или видео, отличается устойчивостью к потерям, относится к малочувствительным к задержкам типам приложений, является изохронным, характеризуется высокой степенью предсказуемости порождаемого трафика. Под изохронностью понимается наличие порога чувствительности к задержкам, при превышении которого функциональность приложения резко снижается. Например, для речевого трафика определяется макси-

мально допустимая величина задержки, не превышающая 250 мс. При превышении этого значения пользователь оценивает качество речи как неудовлетворительное.

Ниже приведем требования, предъявляемые каждым типом трафика с точки зрения качества обслуживания (табл. 2).

Каждому приложению в соответствии с его функциональностью и требованиями, предъявляемыми к качеству обслуживания, соответствует протокол прикладного уровня (табл. 3). Это может быть как стандартизированный многофункциональный протокол, так и специально разработанный для конкретного приложения. Например, протокол HTTP разрабатывался для веб-приложений, но в настоящее время находит самое широкое применение и для передачи тестовых приложений, и в IP-телефонии. А производители коммерческих решений IP-телефонии используют уникальные протоколы, являющиеся закрытыми разработками каждой компании.

Важную роль играет выбор протокола транспортного уровня: TCP или UDP (табл. 3). Для приложений, допускающих потери, обычно используется UDP. Этот протокол не поддерживает перезапросы и работает без установления соединения, за счет чего может обеспечивать низкую задержку в сквозном соединении. В случае, если приложение не допускает потерь и к тому же малочувствительно к задержкам, выбирают TCP, обеспечивающий гарантированную доставку данных, но в то же время могущий значительно увеличивать задержку. Во многом на выбор протокола транспортного уровня влияет качество канала и дополнительные механизмы обеспечения качества обслуживания. Например, интернет-вещание может быть реализовано как поверх TCP, так и UDP.

Таблица 3

Приложения различных типов и используемые или протоколы

Приложение	Протокол прикладного уровня	Протокол транспортного уровня
Электронная почта	SMTP	TCP
IP-телефония	RTP	UDP
ICQ	HTTP	UDP
Скачивание файлов с FTP-сервера	FTP	TCP
Веб-приложения	HTTP	TCP

В качестве протокола сетевого уровня выступает IP. Его максимально допустимый размер пакета равен 65585 байт. В случае, если пакет большего размера, он подлежит фрагментации на сетевом уровне: формируется два (или несколько) IP-пакета. Но чаще размер пакета определяется параметром MTU (Maximum Transfer Unit). Этот параметр согласован с размером поля данных технологии канального уровня и позволяет оптимизировать расходы вычислительных ресурсов на пакетизацию. В современных пакетных сетях размер MTU обычно принимается равным 1500 байт. Это связано с широким применением технологии Ethernet как для организации доступа пользователей (локальные и домашние сети), так и с внедрением этой технологии для построения сетей уровня города (Metro Ethernet).

Заголовок Ethernet	Данные 46 – 1500 байт	Концевик Ethernet
-----------------------	--------------------------	----------------------

Рис. 1. Структура кадра Ethernet

В технологии Ethernet используется кадр переменной длины, формат которого представлен на рис. 1. При этом размер поля данных не может превышать 1500 байт. Как и большинство технологий канального уровня, при формировании кадра Ethernet дописывает служебную информацию в начало и конец поступившего на канальный уровень блока данных. Процедура формирования пакета, пригодного для передачи по сети, получила название *инкапсуляции*.

Для обозначения пакета на сетевом уровне модели ТСП/IP используется название IP-пакет или датаграмма, на канальном – кадр.

Процесс инкапсуляции

При формировании IP-пакета (или датаграммы от англ. datagram) данные по мере продвижения сверху вниз в соответствии с моделью ISO/OSI, дополняются заголовками протоколов соответствующих уровней. Следует обратить внимание, что в IP-сетях служебная информация в основном передается в заголовках протоколов вместе с данными пользователя.

Рассмотрим в качестве примера формирование IP-пакета для трафика веб-приложений (рис. 2), передаваемого по сети Ethernet.

Пусть, на начальном этапе формируется блок данных определенного размера. В этот блок входит только пользовательская информация. На прикладном уровне к этому блоку дописывается заголовок соответствующего

ющего протокола: в рассматриваемом случае – это заголовок HTTP. После этого сформированный пакет прикладного уровня передается на транспортный уровень, где к нему дописывается заголовок протокола TCP, так как веб-приложения не чувствительны к задержкам, но крайне чувствительны к потерям.

Последний этап формирования IP-пакета – добавление заголовка IP, на котором анализируется общая длина IP-пакета:

$$L_data + Head_HTTP + Head_TCP + Head_IP \leq MTU, \quad (1)$$

где L_data – длина блока пользовательских данных, $Head_ПРОТОКОЛ$ – размер заголовка соответствующего протокола в байтах (табл. 4), а максимально допустимый размер транспортного блока $MTU = 1500$ байт для технологии Ethernet (значение по умолчанию).

Если это условие выполняется, формируется один IP-пакет. Иначе данные необходимо представить в виде двух IP-пакетов, что нежелательно, так как приводит к увеличению служебной информации.

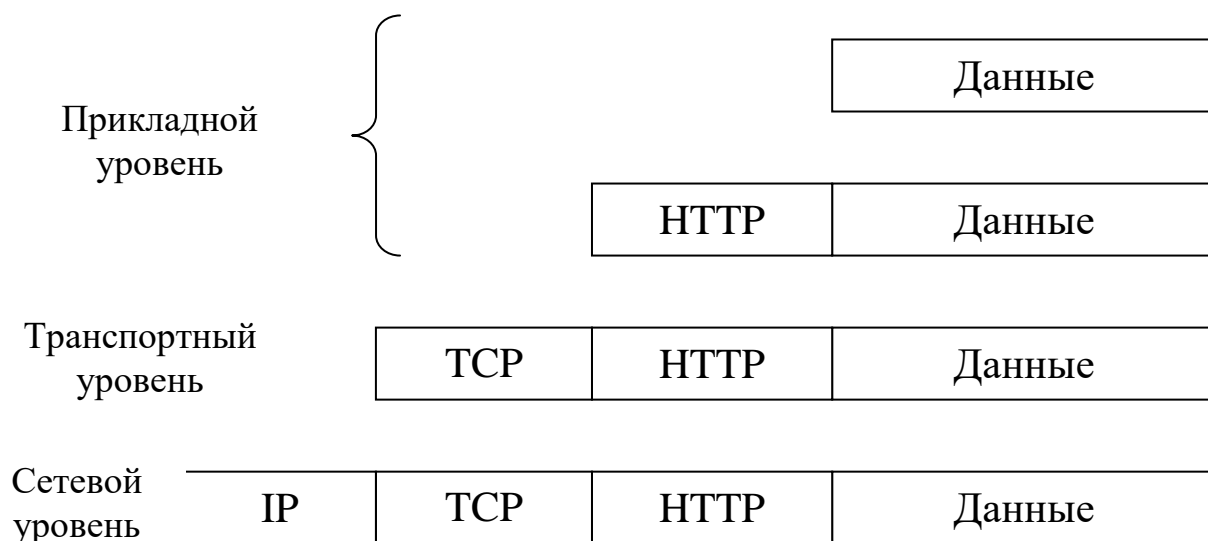


Рис. 2. Формирование IP-пакета

Далее IP-пакет должен быть отправлен по сети. Для этого его необходимо инкапсулировать в кадр технологии канального уровня. Допустим, в качестве технологии канального уровня используется Ethernet. Поле данных кадра Ethernet имеет переменную длину. Полученный IP-пакет имеет длину, согласованную с MTU, следовательно, он не подвергается фрагментации.

Заметим, что не все протоколы прикладного уровня во время сеанса связи имеют одинаковые размеры заголовков.

Протоколы прикладного уровня можно разделить на три типа.

1. Заголовок протокола прикладного уровня несет в себе информацию, необходимую только для согласования параметров сеанса. В этом случае первый пакет, называемый пилотным, формируется согласно общим принципам инкапсуляции, а в остальных заголовков протокола прикладного уровня опускается, например, к такому типу относится протокол SMTP: при передаче электронного письма заголовок SMTP добавляется только 1 раз.

2. Заголовок протокола прикладного уровня несет в себе информацию, позволяющую контролировать параметры потока данных, например, обеспечение реального времени. В этом случае размер заголовка пакета является стандартизированным и дописывается к каждой порции данных. Примером может служить протокол RTP.

3. Заголовок протокола прикладного уровня не только обеспечивает согласование параметров сеанса, но и контролирует параметры потока данных. В этом случае заголовок представлен двумя типами: более объемный для согласования параметров сеанса и небольшой для контроля потока. Примером может служить протокол HTTP.

Далее IP-пакет должен быть отправлен по сети. Для этого его необходимо инкапсулировать в кадр технологии канального уровня. Допустим, в качестве технологии канального уровня используется Ethernet. Поле данных кадра Ethernet имеет переменную длину байт. Полученный с верхних уровней IP-пакет обычно меньше максимального значения (так как прошел проверку на соответствие MTU), следовательно, он не подвергается фрагментации.

Таким образом, можно рассчитать избыточность для полученной конструкции HTTP/TCP/IP/Ethernet:

$$k = \frac{L_frame - L_data}{L_data} \cdot 100\%,$$

где $L_frame = L_data + Head_HTTP + Head_TCP + Head_IP + Head_eth$ – длина полученного кадра канального уровня, а $Head_eth$ – служебная информация кадра Ethernet.

Допустим, размер блока данных 4 кбайт или 4096 байт. При этом заголовки протоколов TCP и IP равны 24 и 20 байтам соответственно (см. табл. 4), а заголовок HTTP составляет 8 байт (см. прил.). Тогда, чтобы удовлетворялось условие (1), будет сформировано 2 пакета с разме-

ром поля данных 1448 байта, и один пакет меньшего размера с полем данных 1200 байт.

Таблица 4

Размеры заголовков протоколов

Уровень модели ISO/OSI	Протокол	Размер заголовка, байт	Размер поля данных, байт
Транспортный	TCP	24	0 – 1456
	UDP	8	0 – 1472
Сетевой	IP	20	0 – 1480
Канальный	PPP	6	0 – 1500
	Fast Ethernet	18 (без учета преамбулы)	46 – 1500
	Gigabit Ethernet	18 (без учета преамбулы)	46 – 1500
	Frame Relay	5	1 – 4096
	ATM	5	48

Рассчитаем протокольную избыточность исходя из количества полезной информации 4096 байт и служебной информации для 3-х пакетов:

$$L_{frame} = 4096 + 3(8 + 24 + 20 + 18) = 4096 + 210 = 4306 \text{ (байт)},$$

тогда $k_{eth} = \frac{210}{4096} \cdot 100\% = 5\%$.

Теперь рассмотрим случай, когда IP-пакет обязательно будет подвергнут фрагментации. Допустим в качестве технологии канального уровня используется ATM. Пакет ATM называется ячейкой и имеет фиксированный размер 53 байта (5 байт заголовок и 48 байт данные). Тогда IP-пакет будет фрагментирован, причем в случае не кратности размера IP-пакета 48 байтам он будет дополнен нулями. Например, размер IP-пакета 1500 байт (см. предыдущий пример). Необходимо дополнить пакет до кратного размеру ячейки еще 36 нулевыми байтами, а также дополнительной информацией для возможности сборки фрагментированного пакета на приеме: заголовком LLC/SNAP и трейлером (*trailer*) по 8 байт каждый (рис. 3).

Тогда количество сформированных ячеек ATM:

$$f = 1536 / 48 = 32.$$

Следовательно, служебная информация составит:

$$L_head = Head_HTTP + Head_TCP + Head_IP + \text{заполнитель} + \\ + LLC / SNAP + trailer + 5f.$$

Таким образом, можно рассчитать протокольную избыточность

$$k_{ATM} = \frac{L_head}{L_data} \cdot 100\%.$$

Подставим данные и получим:

$$L_head = 8 + 24 + 20 + 16 + 36 + 5 \cdot 32 = 264:$$

$$k_{ATM} = \frac{264}{1448} \cdot 100\% = 18\%.$$

Таким образом, технология АТМ вносит значительную протокольную избыточность при передаче IP-трафика, что является следствием небольшого фиксированного размера ячейки АТМ.

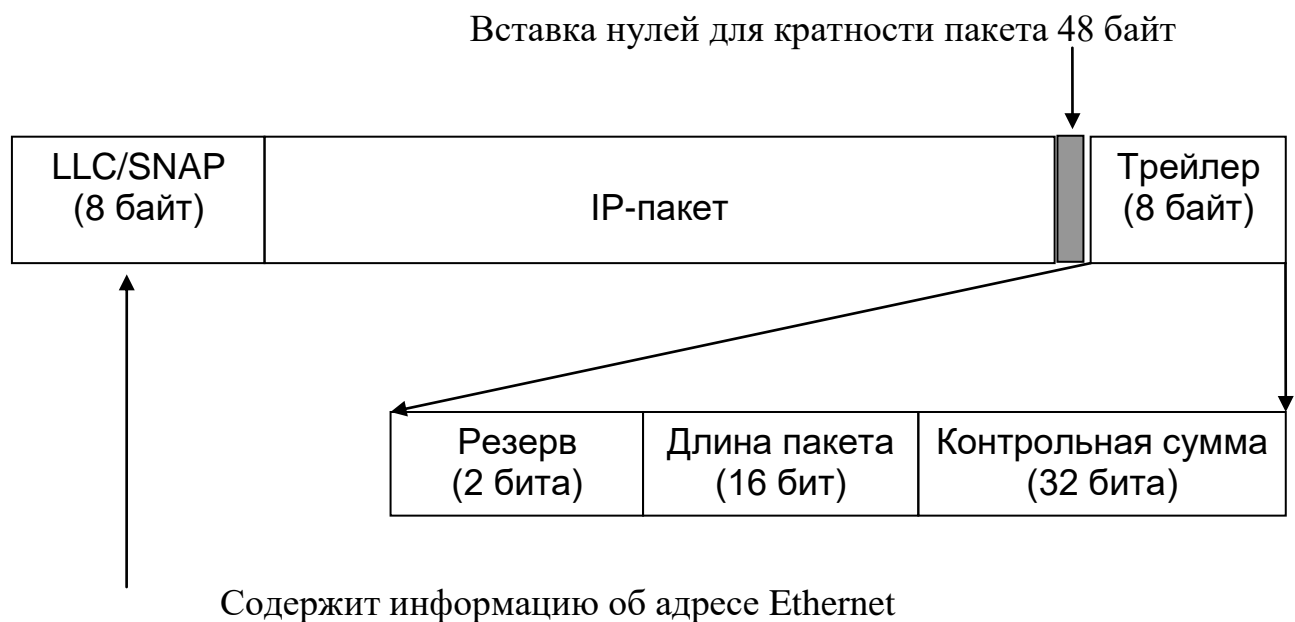


Рис. 3. Формирование IP-пакета для пересылки по сети АТМ

Предполагается, что в процессе выполнения контрольной работы, студенты самостоятельно ознакомятся с форматами заголовков технологий канального уровня и представят их в отчете в соответствии со своим

вариантом. В приложении приведены форматы заголовков протоколов IP, TCP и UDP, а также дана краткая характеристика приложений и рекомендации по проведению расчетов.

В современных пакетных сетях существует два вида сигнализации:

1) внутриканальная, т.е. необходимая информация о продвижении пакета по сети и его обработке находится в заголовке. Например, при передаче IP-пакета по сети Ethernet в IP-заголовке помещается информация об IP-адресе, времени жизни пакета и т.д. (см. приложение), а в заголовке кадра Ethernet – о MAC-адресе, типе управления и проч.;

2) внешняя, когда существуют специализированные служебные пакеты, обеспечивающие только функции сигнализации и управления. К такому типу сигнализации относятся, например, сообщения об ошибках, некоторые функции установления соединения и резервирования ресурсов, обмен маршрутизаторами информацией о состоянии таблиц маршрутизации и т.д.

При выполнении контрольной работы влияние внешней маршрутизации предлагается не учитывать, а оценивать протокольную избыточность непосредственно при передаче пользовательской информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн, Б.С. Сети связи: учебник для вузов / Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. – СПб: БХВ-Петербург, 2010.
2. Дансмор, Б. Справочник по телекоммуникационным технологиям / Б. Дансмор, Т. Скандьер. М.: Вильямс, 2004.
3. Камер, Д.Э. Сети TCP/IP. Принципы, протоколы и структура. 4-е изд. / Д.Э. Камер, 2003.
4. Кучерявый, А.Е. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета / А.Е. Кучерявый, А.И. Парамонов, Е.А. Кучерявый. – М.: ФГУП ЦНИИС, 2008.
5. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. – СПб: Питер, 2005.
6. Олифер, В. Основы компьютерных сетей: учебное пособие / В. Олифер, Н. Олифер. – СПб: Питер, 2009.
7. Сайт кафедры сетей связи СПбГУТ. <http://www.seti.sut.ru>
8. Семенов, Ю.А. Телекоммуникационные технологии <http://book.itер.ru/>
9. Столлингс В. Компьютерные сети, протоколы и технологии Интернета / В. Столлингс. СПб: ВHV, 2005.
10. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. 4-е изд. – СПб: Питер, 2008.
11. Энциклопедия сетевых протоколов от BiLiM Systems. <http://www.protocols.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Формат заголовка IP

	4	8	16	32 бита
Версия	Длина заголовка	Тип обслуживания	Длина датаграммы	
Идентификатор			Флаги	Смещение фрагмента
TTL	Протокол верхнего уровня		Контрольная сумма заголовка	
IP-адрес отправителя				
IP-адрес получателя				

Формат заголовка TCP

	16	32 бита	
Порт отправителя		Порт получателя	
Позиция сегмента (порядковый номер первого байта)			
Первый ожидаемый байт			
Смещ. данных	Резерв	Флаги	Размер окна
Контрольная сумма пакета		Срочность	

Формат заголовка UDP

	16	32 бита	
Порт отправителя		Порт получателя	
Длина датаграммы		Контрольная сумма	

Веб-приложения

Веб-приложения являются самым распространенным видом услуг в современных мультисервисных сетях. На прикладном уровне для согласования параметров передачи и поддержания характеристик соединения используется протокол HTTP версий 1.1 (порт 80) или 1.2 (порт 8080). После согласования параметров сеанса, сервер в ответ на запрос клиента формирует пакеты, к которым дописываются служебные заголовки HTTP размером 8 байт. В этих заголовках, например, указывается URL, необходимость поддержания или закрытия соединения и прочая служебная информация.

Электронная почта

Используемый протокол SMTP проводит только согласование сеанса, а данные инкапсулируются непосредственно в сегменты TCP. Поэтому при расчете протокольной избыточности при пересылке пользовательской информации можно пренебречь влиянием SMTP.

Таким образом, при выполнении контрольной работы необходимо отразить инкапсуляцию пользовательской информации непосредственно в сегменты TCP, без заголовков прикладного уровня. Максимально возможный размер сегмента TCP обозначается MSS (Maximum Segment Size) и рассчитывается как $MSS = MTU - Head_{IP}$.

В настоящее время большую популярность получил доступ к электронной почте через веб-интерфейс по протоколу HTTP. В этом случае доступ к электронной почте отличается от просмотра веб-страниц только наличием процедур авторизации и аутентификации клиента и повышенной функцией безопасности.

IP-телефония

В приложениях IP-телефонии часто используется стандартизированный протокол RTP с размером заголовка 12 байт. Поле данных чаще всего имеет фиксированный размер, зависящий от типа кодека.

Так, для кодека G.729, являющегося одним из самых распространенных, работающего на скорости 8 кбит/с, временные отрезки 10 мс кодируются 20 байтами. Например, задано 5 мин речи. Переводим в мс: $5 \cdot 60 \cdot 10^3 = 3 \cdot 10^5$ мс. Делим на 10 мс, получаем $3 \cdot 10^4$ пакетов с полем данных 20 байт.

ICQ

Один из самых популярных в России интернет-пейджеров (мессенджеров). Существуют различные программы-клиенты, поддерживающие эту услугу. Эти клиенты используют свой специализированный протокол для передачи пользовательской информации. Однако в сети можно найти варианты интернет-пейджеров для передачи информации пользователям, использующим протокол HTTP.

Обычно вводится ограничение на размер отправляемого в одном сообщении текста. При выполнении задания поле данных установите из расчета 700 знаков, т.е. 700 байт (на кодирование одного символа выделяется один байт). Размер текста беседы (см. табл. 1). Заголовок ICQ размером 8 байт дописывайте к каждому сообщению.

Скачивание файлов с FTP-сервера

Протокол FTP относится к типу протоколов, обеспечивающих функцию согласования параметров сеанса и поддержку управления. Этот протокол, также как и SMTP, не дописывает заголовок к пользовательской информации. К тому же, объем передаваемой служебной информации может быть разным в зависимости от параметров канала. Поэтому при расчете протокольной избыточности при пересылке пользовательской информации можно пренебречь влиянием FTP.

Таким образом, при выполнении контрольной работы необходимо отразить инкапсуляцию пользовательской информации непосредственно в сегменты TCP, без заголовков прикладного уровня. Максимально возможный размер сегмента TCP обозначается MSS (Maximum Segment Size) и рассчитывается как $MSS = MTU - Head_{IP}$.

Расшифровка пакета веб-приложения

- [-] Ethernet II
 - ... Destination MAC: 00:11:6B:32:6C:B3
 - ... Source MAC: 00:11:D8:E3:D0:FB
 - ... EtherType: 0x0800 (2048) - IP
 - ... Направление: Исход.
 - ... Дата: 24-ноя-2009
 - ... Время: 12:58:21,020421
 - ... Интервал: 1,205667
 - ... Размер фрейма: 699 байт
 - ... Номер фрейма: 1136
 - ... Процесс: ekm.exe (PID=1648)
- [-] IP
 - ... IP version: 0x04 (4)
 - ... Header length: 0x05 (5) - 20 bytes
 - [+] Type of service: 0x00 (0)
 - ... Total length: 0x02AD (685)
 - ... ID: 0x9BF0 (39920)
 - [+] Flags
 - ... Fragment offset: 0x0000 (0)
 - ... Time to live: 0x80 (128)
 - ... Protocol: 0x06 (6) - TCP
 - ... Checksum: 0x59C3 (22979) - correct
 - ... Source IP: 10.0.1.2
 - ... Destination IP: 92.123.155.26
 - ... IP Options: None
- [-] TCP
 - ... Source port: 2503
 - ... Destination port: 80
 - ... Sequence: 0x969E39CB (2526951883)
 - ... Acknowledgement: 0xF213187A (4061337722)
 - ... Header length: 0x05 (5) - 20 bytes
 - [+] Flags: PSH ACK
 - ... Window: 0xFEFE (65214)
 - ... Checksum: 0x0020 (32) - correct
 - ... Urgent Pointer: 0x0000 (0)
 - ... TCP Options: None
- [-] HTTP
 - ... Version: HTTP/1.1
 - ... Method: GET
 - ... URI: /xtraz2/products/service/info_feed_service/rss_ga3.js
 - ... Accept: */*
 - ... UA-CPU: x86
 - ... Accept-Encoding: gzip, deflate
 - ... If-Modified-Since: Sun, 28 Dec 2008 08:49:38 GMT; length=1866
 - ... User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1; GTB6; MRSPUTNIK 2, 0, 1, 31 SW;
 - ... Host: c.icq.com
 - ... Connection: Keep-Alive
 - [+] Cookie

Расшифровка пакета ICQ

Ethernet II

- Destination MAC: 00:11:6B:32:6C:B3
- Source MAC: 00:11:D8:E3:D0:FB
- Ethertype: 0x0800 (2048) - IP
- Направление: Исход.
- Дата: 24-ноя-2009
- Время: 12:59:38,294013
- Интервал: 1,981260
- Размер фрейма: 64 байт
- Номер фрейма: 2219
- Процесс: ekm.exe (PID=1648)

IP

- IP version: 0x04 (4)
- Header length: 0x05 (5) - 20 bytes
- Type of service: 0x00 (0)
- Total length: 0x0032 (50)
- ID: 0xA43B (42043)
- Flags
- Fragment offset: 0x0000 (0)
- Time to live: 0x80 (128)
- Protocol: 0x06 (6) - TCP
- Checksum: 0xF084 (61572) - correct
- Source IP: 10.0.1.2
- Destination IP: 64.12.26.248
- IP Options: None

TCP

- Source port: 2537
- Destination port: 5190
- Sequence: 0x2A053924 (704985380)
- Acknowledgement: 0x29BABC1 (700103841)
- Header length: 0x05 (5) - 20 bytes
- Flags: PSH ACK
- Window: 0xFFFF (65535)
- Checksum: 0x5EA0 (24224) - correct
- Urgent Pointer: 0x0000 (0)
- TCP Options: None

ICQv7

- Channel ID: 0x05 (5) - Keep-Alive
- Sequence number: 0x5923 (22819)
- Data length: 0x0004 (4)

Ольга Александровна Симонина

СЕТИ СВЯЗИ

АРХИТЕКТУРА И ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Редактор *Л.А. Медведева*

План 2009 г., доп. п. 7

—
Подписано к печати 27.11.2009
Объем 1,25 печ. л. Тир. 100 экз. Зак. 73

РИО СПбГУТ. 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61
Типография СПбГУТ