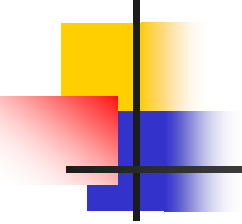




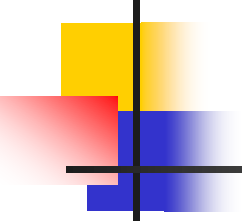
Протокол ТСР



Протокол ТСР .

Обеспечение надежности

Для обеспечения надежной доставки и правильной последовательности данных в потоке ТСР используется подтверждениями.



Протокол ТСР .

Обеспечение надежности

Каждый раз при передаче сообщения модуль ТСР запускает специальный таймер. По истечении заданного в нем времени и не получении подтверждения ТСР повторяет попытку передать свое сообщение.

Протокол ТСР .

Обеспечение надежности

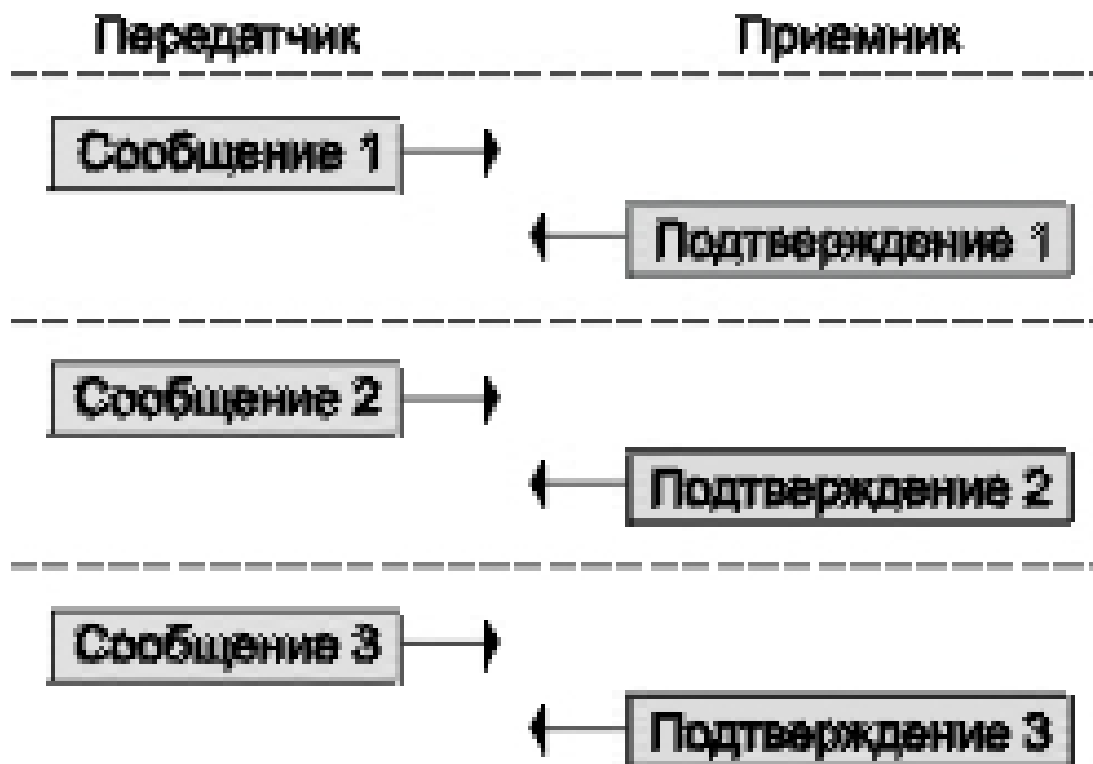
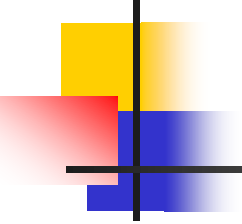


Рис.1 - Передача данных с простым подтверждением о доставке

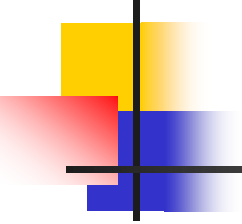


Протокол ТСР .

Обеспечение надежности

Простое подтверждение о доставке,
изображенное на рис. 1, **работает**
исключительно неэффективно.

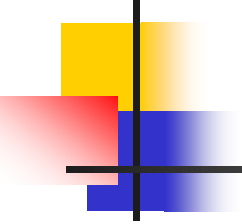
Одна из сторон соединения вынуждена
все время ждать появления
подтверждения о доставке от другой
стороны.



Протокол ТСР .

Обеспечение надежности

На самом деле ТСР не использует
такую простейшую схему
подтверждения, при которой пакеты и
подтверждения следуют по очереди
друг за другом.



Протокол ТСР. Скользящее окно

ТСР использует принцип «скользящего окна». Этот принцип позволяет послать несколько сообщений и только потом ожидать подтверждения.

Протокол ТСР.

Скользящее окно

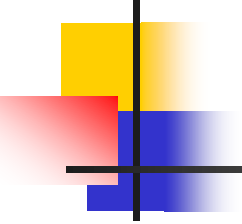
Окно
в исходной
позиции



Окно скользит →



Рис. 2 - Скользящее окно ТСР



Протокол ТСР. Скользящее окно

Метод скользящего окна значительно увеличивает производительность соединения, а также эффективность циклов обмена сообщениями и подтверждениями об их доставке.

Протокол ТСР.

Скользящее окно

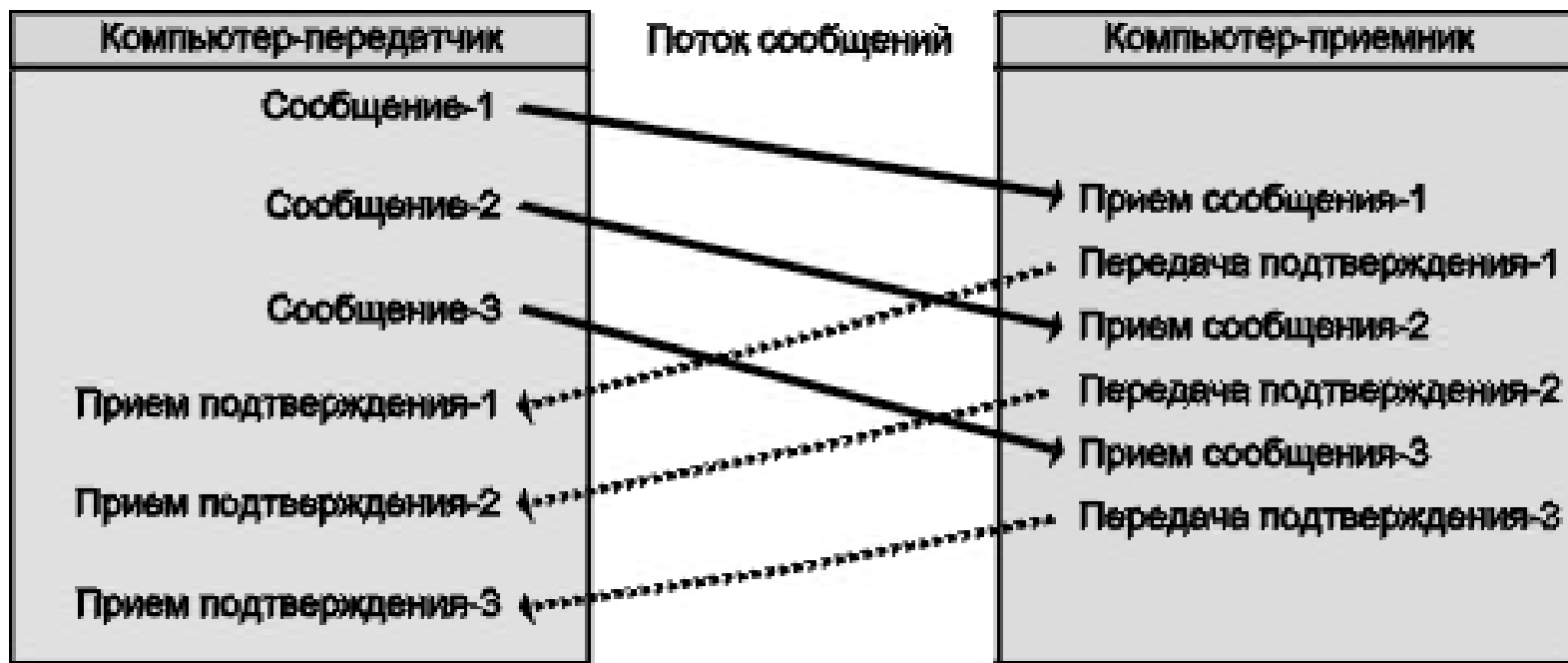
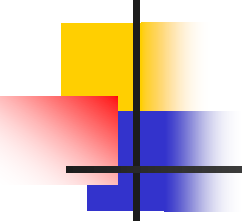
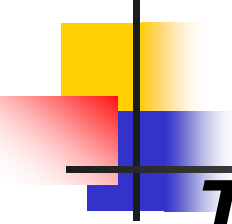


Рисунок 3 - цикл обмена сообщение-подтверждение
ТСР.



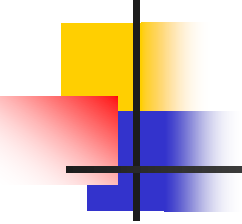
Протокол ТСР. Скользящее окно

Передатчик и приемник на рис. 3 используют скользящее окно шириной в три пакета. То есть передатчик сначала высылает три пакета и только после ждет прихода подтверждения. Приняв подтверждение о доставке третьего последнего пакета, передатчик может посылать следующие три.



Протокол ТСР. Скольльзящее окно

ТСР регулирует полосу пропускания сети, договариваясь с другой стороной о некоторых параметрах потока данных. Причем процесс регулировки происходит на протяжении всего соединения ТСР. В частности, **регулировка заключается в изменении размеров скользящего окна.**



Протокол ТСР. Скольльзящее окно

На самом деле **ТСР** задает размер окна в байтах.

Большинство систем в Интернет устанавливают окно равным по умолчанию 4096 байтам. Иногда размер окна равен 8192 или 16384 байтам.



Сообщение ТСР

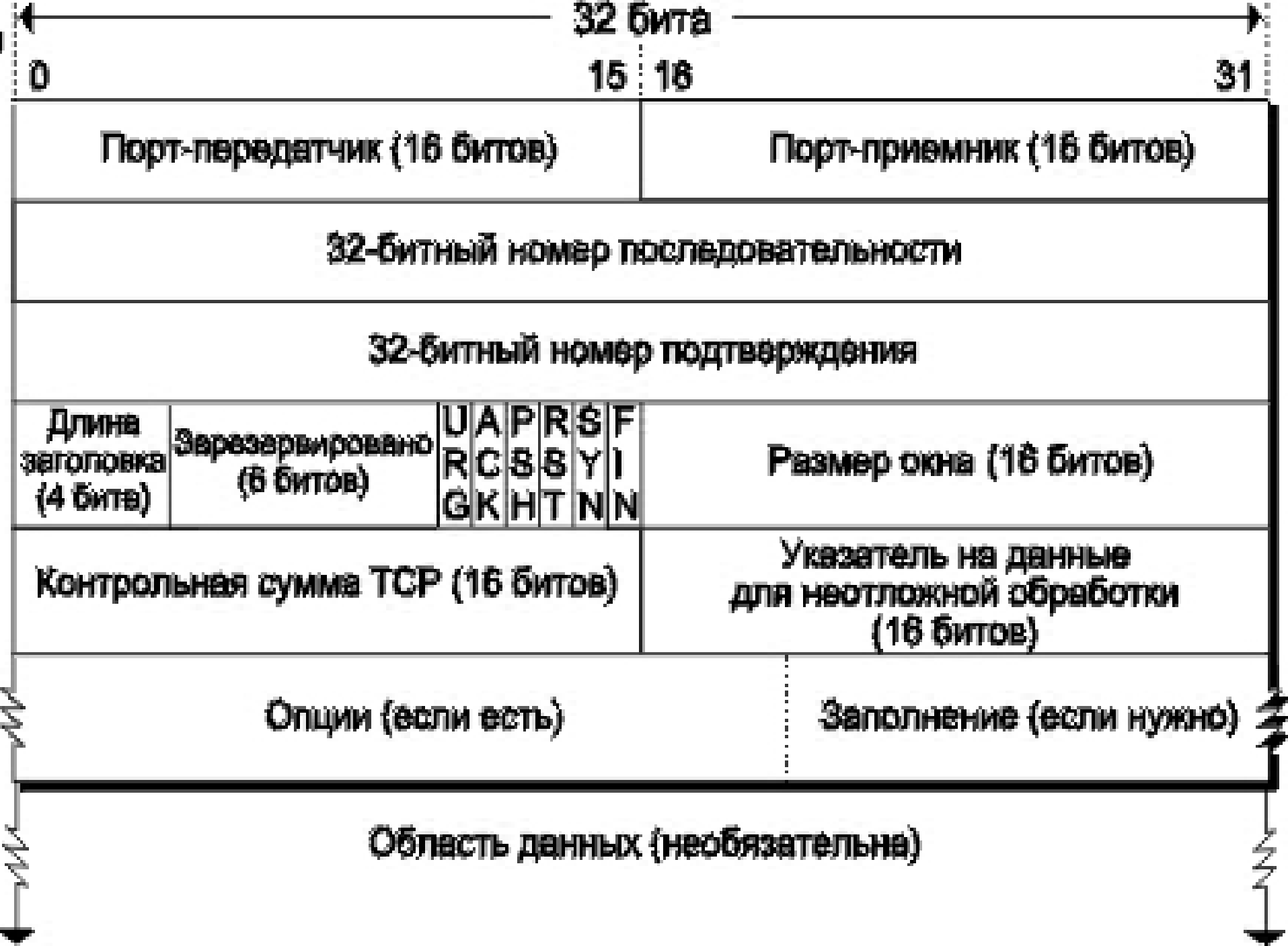
ТСР рассматривает свои данные в качестве однородного, неделимого потока. Тем не менее, для доставки данных он вынужден использовать IP-дейтаграммы.



Сообщение TCP

Пакет TCP состоит из TCP-заголовка, TCP-опций и данных, переносимых пакетом.

Заголовок является последовательным потоком данных, длиной как минимум в 20 байтов.



Поле заголовка	Назначение
Порт-передатчик	Обозначает порт протокола приложения-источника данных.
Порт-приемник	Обозначает порт протокола приложения-получателя данных.
Номер последовательности	Определяет первый байт данных в области данных сегмента TCP.
Номер подтверждения	Определяет следующий байт данных, который приемник рассчитывает получить из входного потока.
Длина заголовка	Длина TCP-заголовка, измеренная в 32-разрядных словах.

Поле заголовка	Назначение
Флаг URG	Если установлен, извещает принимающий модуль TCP о том, что в сегменте находятся данные для неотложной обработки.
Флаг ACK	Указание принимающему модулю TCP на то, что поле номер подтверждения содержит соответствующие данные.
Флаг PSH	Требование принимающему модулю TCP передать данные приложению-получателю немедленно.
Флаг RST	Запрос принимающему модулю TCP сбросить соединение.
Флаг SYN	Запрос принимающему модулю TCP синхронизировать номера последовательности.
Флаг FIN	Сообщение принимающему модулю TCP об окончании передачи.
Размер окна	Сообщение принимающему модулю TCP о количестве байтов, которое способен принять модуль-передатчик.

Поле заголовка	Назначение
Размер окна	Сообщение принимающему модулю ТСР о количестве байтов, которое способен принять модуль-передатчик.
Контрольная сумма ТСР	Служит для обнаружения поврежденных при передаче данных.
Указатель на неотложные данные	Указывает на последний байт данных, требующих неотложной обработки, находящихся в области данных сегмента ТСР.
Опции	Обычно используются совместно с опцией максимальная длина сегмента (MSS).




Сообщение TCP

Каждый раз, желая что-нибудь передать по протоколу TCP, программа-приложение запрашивает модуль TCP установить соединение.

Модуль TCP в свою очередь шлет сообщение TCP с установленным флагом SYN (синхронизации) удаленному порту, с которым программа-клиент хочет установить соединение.

Сообщение TCP



Флаг синхронизации указывает
принимающей стороне (серверу,
например), что программа-клиент желает
установить соединение.

Вместе с флагом SYN, сообщение TCP
несет в себе 32-битный номер
последовательности, размещенный
модулем TCP в поле «номер
последовательности».

TCP-модуль сервера отвечает
сегментом TCP с установленными флагом
подтверждения (ACK) и номером
подтверждения.



Сообщение ТСР

Подтверждение доставки данных

В ТСР-заголовке самого первого, начального, сообщения-ответа сервера модуль ТСР устанавливает два флага: синхронизации (SYN), чтобы известить модуль ТСР клиента о том, что в сообщении содержится начальный номер последовательности сервера, и подтверждения (ACK), чтобы заставить клиента изучить содержимое поля «подтверждение».



Сообщение ТСР

ТСР-модуль сервера использует номер последовательности, принятый от клиента, чтобы сконструировать на его основе собственный номер подтверждения. *Номер подтверждения всегда указывает на номер сообщения, которое сервер рассчитывает получить следующим. Таким образом, в начальном сообщении-ответе сервера содержится номер последовательности клиента, увеличенный на единицу.*



Сообщение ТСР

Сообщение, посланное ТСР-модулем клиента, тоже будет содержать установленный флаг «подтверждение». В поле «номер подтверждения» ТСР-модуль клиента размещает начальный номер последовательности, принятый от сервера, увеличенный на единицу. (Теперь ТСР-модуль клиента не устанавливает флаг синхронизации, так как обе стороны соединения уже синхронизировались, то есть договорились о начальных номерах своих последовательностей.)

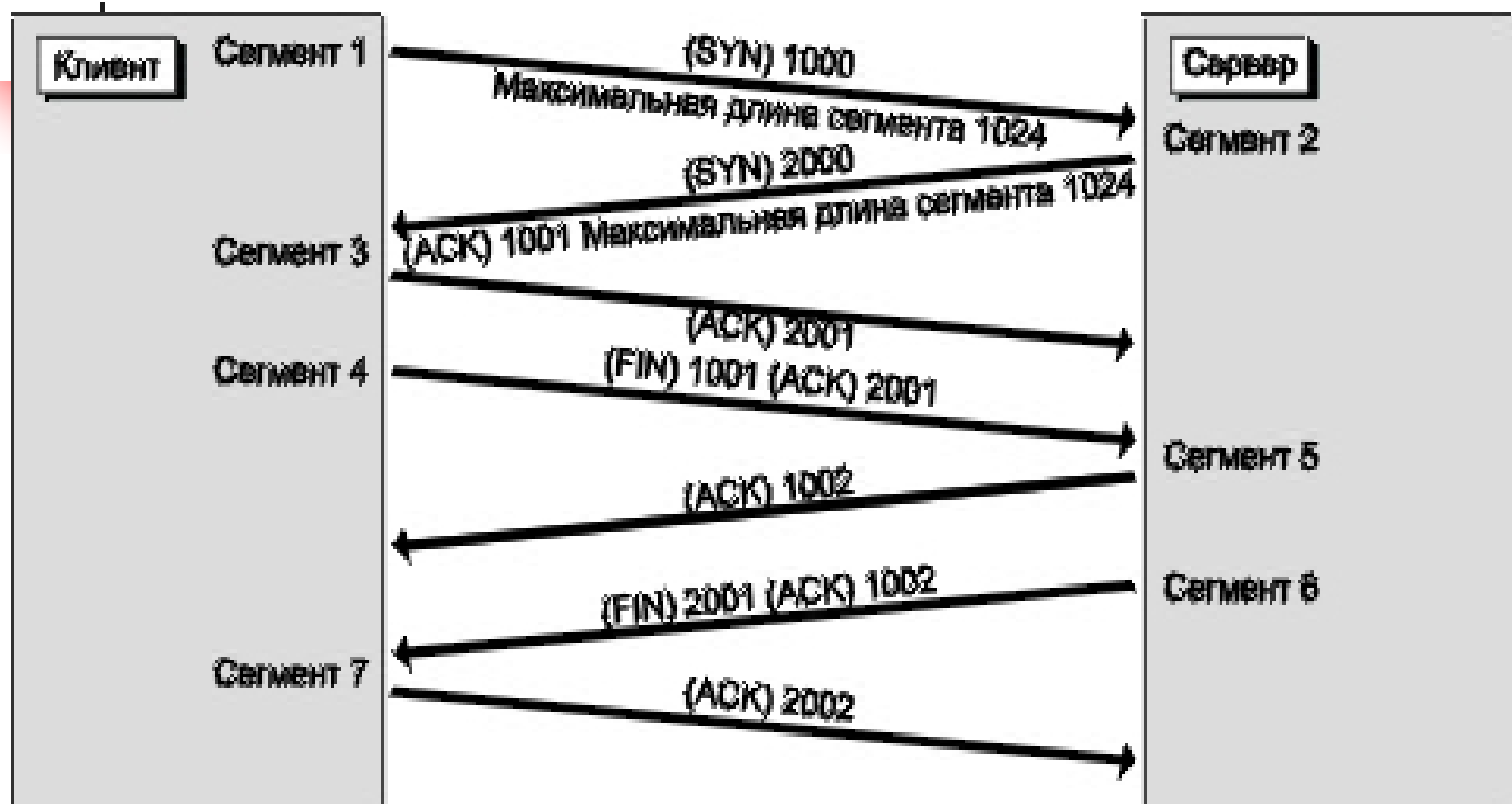


Рис. 5 Идентификация данных и их поток с точки зрения ТСР-модуля клиента

Установление виртуального соединения

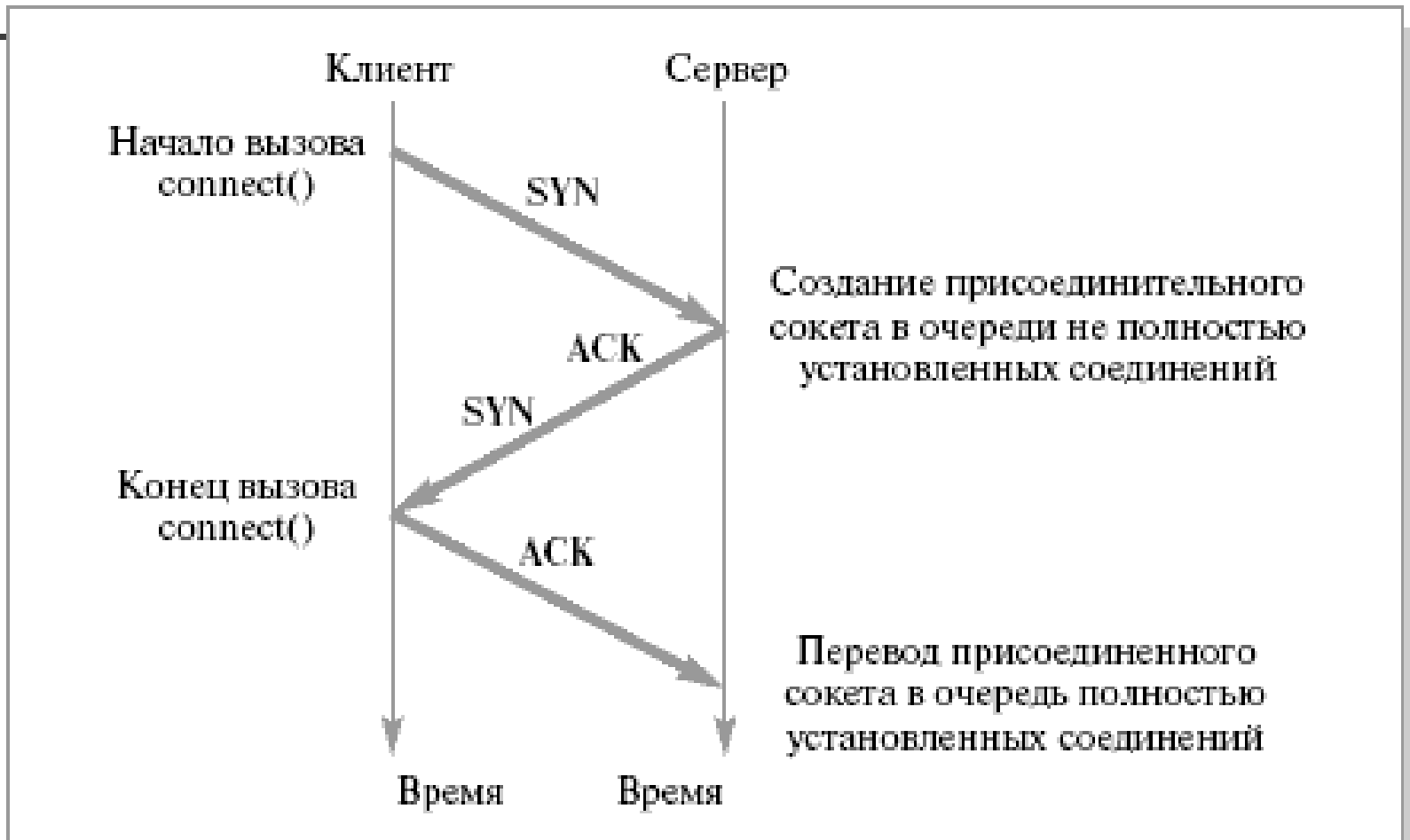


Рис. -Схема установления TCP соединения

Сообщение TSP

Итак, между TSP-модулями происходит обмен данными, состоящий из трех стадий:

- 1) TSP-модуль клиента пытается установить TSP-соединение, посылая запрос на синхронизацию, содержащий среди прочего начальный номер последовательности.
- 2) TSP-модуль сервера подтверждает прием запроса на установление соединения и в свою очередь шлет клиенту запрос на синхронизацию с собственным начальным номером последовательности.
- 3) TSP-модуль клиента подтверждает прием запроса сервера на синхронизацию.



Сообщение ТСР

Номер последовательности,
устанавливаемый в каждом сегменте ТСР,
идентифицирует первый байт в сообщении.
То есть является смещением относительно
начала потока данных.



Дуплексные сетевые службы

Номер последовательности

32-битное поле номера последовательности обозначает первый байт данных из области данных сегмента ТСР. Оно соответствует смещению этого байта относительно начала потока данных. Каждый байт в потоке данных может быть идентифицирован при помощи номера последовательности.



Дуплексные сетевые службы

Номер подтверждения

32-битное поле номера подтверждения обозначает байт данных, который принимающая сторона рассчитывает получить следующим в потоке данных.



Дуплексные сетевые службы

Флаг ACK

Установленный флаг сообщает принимающему модулю TCP, что поле «номер подтверждения» содержит правильный номер подтверждения.



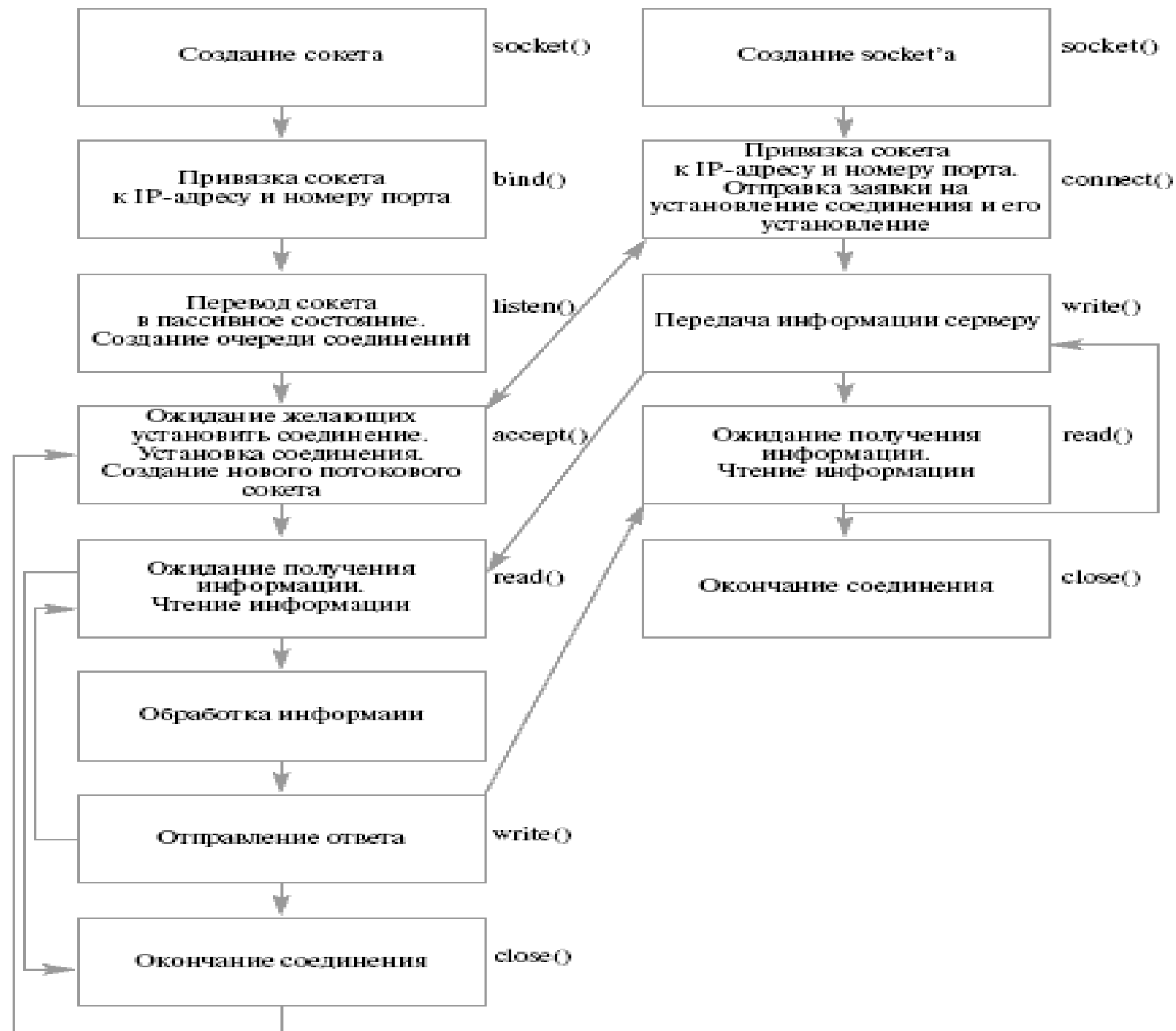
Дуплексные сетевые службы

Флаг SYN

*Флаг SYN просит принимающий модуль TCP
синхронизировать последовательности
номера*

Сервер

Клиент



Процесс-родитель

Процесс-ребенок

Создание сокета

socket()

Привязка сокета
к IP-адресу и номеру порта

bind()

Перевод сокета
в пассивное состояние.
Создание очереди соединений

listen()

Ожидание желающих
установить соединение.
Установка соединения.
Создание нового
присоединенного сокета

accept()

Порождение нового процесса

fork()

Закрытие присоединенного
сокета

close()

Закрытие пассивного сокета

close()

Ожидание получения
информации.
Чтение информации

read()

Обработка информации

Отправление ответа

write()

Завершение соединения.
Закрытие присоединенного
сокета

close()

Окончание работы

exit()





Дуплексные сетевые службы

Окончание соединения TSP

Соединение TSP заканчивается обменом пакетами, состоящего из двух стадий.



Дуплексные сетевые службы

Для этого сторона-инициатор обмена
высылает пакет с установленным
флагом «окончание обмена» (FIN). В
силу дуплексной природы протокола
TCP оба потока данных независимы, и
должны быть завершены по
отдельности.



Дуплексные сетевые службы


Даже после закрытия соединения (завершения передачи данных) одной из сторон соединения она в состоянии продолжать прием данных от другой стороны соединения.



Дуплексные сетевые службы

Установленный в пакете флаг FIN является сигналом, означающим, что одна сторона прекратила передачу данных. Приход сообщения-подтверждения от другой стороны означает, что обе стороны договорились прекратить обмен данными в одном направлении.

Дуплексные сетевые службы



Окончание (заккрытие) ТСР-
соединения— двухступенчатый
процесс. Одна сторона выполняет
активное закрытие, а другая—
пассивное. Заккрытие активно, если
вызвано по инициативе данной
стороны, и, наоборот, пассивно, если
вызвано противоположной стороной
соединения. Сторона, первой
высылающая пакет с установленным
флагом «окончание соединения»,
является активной.



Дуплексные сетевые службы

Как правило, модуль ТСР, принявший пакет с установленным флагом «окончание соединения», инициирует пассивное окончание соединения. Это просто значит, что пассивная сторона также посылает сообщение с установленным флагом окончания.



Дуплексные сетевые службы

После того как обе стороны выслали друг другу сообщения об окончании и получили подтверждения о доставке этих сообщений, соединение ТСР считается действительно законченным (закрытым).



Дуплексные сетевые службы

Что такое закрытие «наполовину»?

В силу дуплексной природы TCP-соединения, в то время как поток данных в одну из сторон закончен, он может сохраняться в обратном направлении. Такое окончание лишь одного потока называется закрытием «наполовину» (half-close).



Дуплексные сетевые службы

Длина заголовка

Заголовок TCP обычно имеет длину в 20 байтов. Область данных начинается сразу после заголовка TCP.



Дуплексные сетевые службы

Флаг URG

Данный флаг сообщает принимающему модулю TCP о том, что указатель на данные, требующие немедленной обработки, в поле «неотложные данные» установлен, то есть указывает на них.



Дуплексные сетевые службы

Флаг PSH

Установленный флаг PUSH требует от принимающего модуля TCP вытолкнуть (push), то есть немедленно выслать принятый сегмент данных приложению-получателю. Как правило, модуль TCP буферизует принимаемые данные. То есть он не доставляет каждый сегмент по отдельности, а ждет, пока его буфер наполнится, а затем доставляет все принятые сегменты за один раз. **Флаг PSH запрещает размещать сегменты данных в буфере. Telnet, например, устанавливает этот флаг.**



Дуплексные сетевые службы

Флаг RST

Данный флаг запрашивает у принимающего модуля TCP сброс соединения. TCP устанавливает флаг RST, если с соединением случилась какая-либо проблема.

Большинство приложений просто прекращает работу, приняв этот флаг. Флаг RST может применяться в сложных разработках для контроля повреждений в сети, сбоев в работе оборудования и сетевых программ.



Дуплексные сетевые службы

Флаг FIN

Флаг сообщает принимающему модулю ТСР о том, что источник закончил передавать данные. Чтобы закончить соединение полностью, принимающий модуль ТСР должен также послать сообщение с установленным флагом FIN.



Дуплексные сетевые службы

Размер окна

16-битное поле «размер окна» сообщает принимающему модулю TCP количество байтов, которое собирается принять передатчик. Значение данного поля определяет размер этого скользящего окна. Как правило, оно равняется нескольким тысячам байтов.



Дуплексные сетевые службы

Контрольная сумма TCP

Как и в случае UDP, 16-битное поле контрольной суммы TCP содержит сумму, вычисленную по области данных. Протокол требует от передатчика, чтобы он включил вычисленную контрольную сумму в поле, а от приемника— чтобы он вычислил ее повторно и сравнил результаты.



Дуплексные сетевые службы

Примечание: Контрольные суммы UDP и TCP вычисляются похожим образом. Однако в случае UDP включать контрольную сумму в датаграмму не обязательно. Напротив, протокол TCP обязывает вставлять контрольную сумму в каждый переданный сегмент данных.



Дуплексные сетевые службы

Указатель неотложных данных

16-битное поле указателя определяет положение байта данных в области данных сегмента ТСР. Указатель и флаг неотложных данных извещают принимающий модуль ТСР о том, что некоторые, требующие немедленной обработки данные находятся в сегменте и указывают модулю на них. Никто, однако, так и не дал исчерпывающего ответа на вопрос, что же такое неотложные данные. Никто не определил ответственность модуля ТСР за их обработку.

Дуплексные сетевые службы

Опции

Так же как и у IP, заголовок TCP содержит
необязательное поле «опции» (options). В ходе
установления соединения модули TCP
договариваются о максимальной длине
сегмента (MSS) и устанавливают
соответствующую опцию.

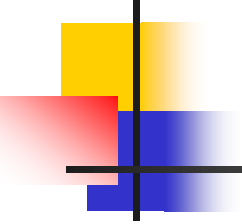
Смысл максимальной длины сегмента тот же, что и у максимальной длины передаваемого блока (MTU) физического уровня сети.

Максимальная длина сегмента определяет
максимальный размер сегмента, который
может быть передан по соединению TCP.



Дуплексные сетевые службы

Опция максимальной длины сегмента позволяет воспользоваться самым большим размером блока данных, который еще можно передать. Опция MSS устанавливается только в тех сообщениях, в которых уже установлен флаг SYN. Каждый из модулей TCP просто сообщает другому тот MSS, который он в состоянии принять. Если модуль TCP по каким-либо причинам не передает MSS, его партнер считает, что нужно пользоваться MSS, равным по умолчанию 536 байтам.



Установка виртуального соединения

Для этого вызов имеет два параметра:
дескриптор TCP-сокета и число,
определяющее глубину создаваемых
очереди.