Стек протоколов Tcp/ip,

Тема № 2

- Межсетевой протокол IP и формат пакета
- Протокол управления передачей TCPи формат пакета
- Алгоритм работы Tcp протокола
- Udp протокол и формат пакета
- Arp протокол. Формат пакета и алгоритм функционирования

Межсетевой протокол IP

- реализует обмен информации пакетами (IP-сегментами, максимальный размер - 65535 байт);
- является протоколом взаимодействия без установления логического соединения;
- для адресации узлов сети используется адрес длиной 4 байта;
- обеспечивает в случае необходимости фрагментацию IP-сегментов;

Межсетевой протокол IP

- IP-сегменты имеют конечное время жизни в сети;
- не гарантирует надежность доставки IP-сегментов адресату;
- не имеет средств управления интенсивностью передачи IP-сегментов посылающей стороной
- не гарантирует правильную последовательность IP-сегментов на принимающей стороне.

Заголовок IP сегмента

Поля ip-заголовка

- *Версия* - 4-хбитовое поле, содержащее номер версии протокола IP (номер текущей версии равен 4);
- *Длина заголовка* - 4-хбитовое поле, содержащее длину заголовка IP-сегмента в 32-битных словах. Минимальная (и типичная) длина заголовка - пять слов.

Поля ip-заголовка

- *Тип обслуживания* - байт, содержащий набор критериев, определяющих тип обслуживания IP-сегментов:
  - биты 0...2 - приоритет данного IP-сегмента;
  - бит 3 - требование ко времени задержки передачи (0 - нормальная, 1 - низкая задержка);
  - бит 4 - требование к пропускной способности маршрута (0 - низкая, 1 - высокая пропускная способность);
  - бит 5 - требование к надежности передачи (0 -нормальная, 1 - высокая надежность);
  - биты 6...7 - зарезервированы.

Поля ip-заголовка

- *Длина сегмента* - двухбайтовое поле, содержащее длину (в байтах) всего IP-сегмента, включая длину заголовка.
  - Максимальная длина IP-сегмента (включая заголовок) - 65535 байт.
  - Минимальная длинна 576 байт (512 байт данных).

Допустимая длина IP-сегмента связана с максимальной длиной кадра нижележащего сетевого уровня

Поля ip-заголовка

- *Идентификатор* - двухбайтовое поле, содержащее уникальный идентификатор IP-сегмента, присваиваемый ему источником. Это поле используется для распознавания фрагментов одного IP-сегмента.
- *DF, MF* - биты, используемые при обработке фрагментированных IP-сегментов.
  - Если DF установлен в 1, то это означает, что IP-сегмент не может быть разбит на фрагменты ни при каких условиях.
  - Бит MF указывает, является (MF=0) или нет (MF=1) данный IP-"подсегмент" последним в цепочке IP-"подсегментов".

Поля ip-заголовка

- *Смещение фрагмента* - 13-битное поле, используемое только в IP-сегменте, являющемся фрагментом. Это поле содержит смещение данных в IP-фрагменте, по отношению к началу данных исходного IP-сегмента. Смещение измеряется в восьмибайтных единицах.

Поля ip-заголовка

- *Время жизни* (**TTL** - Time To Live) - однобайтовое поле, заполняемое создающим IP-сегмент узлом сети количеством единиц времени жизни IP-сегмента в сети. Каждый транзитный узел сети, через который проходит IP-сегмент, уменьшает содержимое этого поля по крайней мере на 1. На практике, время жизни - это максимальное количество узлов, которое может пройти до своего уничтожения IP-сегмент.

Поля ip-заголовка

- *Транспорт* - поле размером в байт, содержащее идентификатор протокола более высокого (обычно, транспортного) уровня, для которого предназначены данные IP-сегмента.
  - 1 ICMP Межсетевой протокол управляющих сообщений
  - 2 IGMP Межсетевой протокол группового управления
  - 6 TCP Протокол управления передачи
  - 8 EGP Протокол "внешних" шлюзов
  - 17 UDP Протокол дейтаграмм пользователя
  - 89 OSPF Протокол "кратчайший путь первым"

Поля ip-заголовка

- *Контрольная сумма заголовка* - двухбайтовое поле, содержащее контрольную сумму заголовка IP-сегмента (не данных)

Пересчитывается на каждом узле, потому что изменяется поле TTL

Во всех протоколах, входящих в архитектуру TCP/IP, используется так называемая Internet-контрольная сумма, которая представляет собой дополнение 16-битной суммы всех 16-битных слов контролируемой информации

Поля ip-заголовка

- *Адрес источника и адрес приемника* - четырехбайтовые IP-адреса узлов сети.
- *Дополнительные данные заголовка* - последовательность полей произвольной длины, описывающих необязательные данные заголовка.
- *Данные выравнивания* - не имеющие смысла данные, включаемые в заголовок только для выравнивания его длины до границы четырехбайтового слова.

Дополнительные данные IP-заголовка

- *Предписываемый маршрут*
- *Пройденный маршрут*
- *Временные метки*
- *Секретность*
- *Флаг окончания*
- *Определение максимального MTU*

Протокол управления передачей TCP

- реализует взаимодействие в режиме с установлением логического (виртуального) соединения;
- обеспечивает двунаправленную дуплексную связь;
- организует потоковый (с точки зрения пользователя) тип передачи данных;
- дает возможность пересылки части данных, как "экстренных";

Протокол управления передачей TCP

- для идентификации партнеров по взаимодействию на транспортном уровне использует 16-битовые "номера портов";
- реализует принцип "скользящего окна" для повышения скорости передачи;
- поддерживает ряд механизмов для обеспечения надежной передачи данных.

Заголовок TCP пакета

Поля tcp-заголовка

- *Порт источника и порт приемника* - 16-битовые поля, содержащие номера портов, соответственно, источника и адресата TCP-пакета.
- *Номер в последовательности* - 32-битовое поле, содержимое которого определяет (косвенно) положение данных TCP-пакета внутри исходящего потока данных, существующего в рамках текущего логического соединения

Поля tcp-заголовка

- *Номер подтверждения* - 32-битовое поле, содержимое которого определяет (косвенно) количество принятых данных из входящего потока;
- *Смещение данных* - четырехбитовое поле, содержащее длину заголовка TCP-пакета в 32-битовых словах и используемое для определения начала расположения данных в TCP-пакете.

Поля tcp-заголовка

- *Флаг URG* - TCP-пакет содержит важные (urgent) данные;
- *Флаг ACK* - TCP-пакет содержит в поле "номер подтверждения" верные данные.
- *Флаг PSH* - данные содержащиеся в TCP-пакете должны быть немедленно переданы прикладной программе, для которой они адресованы. Подтверждение для TCP-пакета, содержащего единичное значение во флаге PSH, означает, что и все предыдущие TCP-пакеты достигли адресата.

Поля tcp-заголовка

- *Флаг RST* - ответ на получение неверного TCP-пакета. Также может означать запрос на переустановление логического соединения.
- *Флаг SYN* - TCP-пакет представляет собой запрос на установление логического соединения. Получение пакета с установленным флагом SYN должно быть подтверждено принимающей стороной.
- *Флаг FIN* - TCP-пакет представляет собой запрос на закрытие логического соединения и является признаком конца потока данных, передаваемых в этом направлении.

Поля tcp-заголовка

- *Размер окна* - 16-битовое поле, содержащее количество байт информации, которое может принять в свои внутренние буфера TCP-модуль, отправляющий партнеру данный TCP-пакет:
  - 0 - полностью остановит передачу данных;
  - Максимальный размер окна зависит от реализации (типичное значение максимального размера окна - 4096 байт).

Поля tcp-заголовка

- Контрольная сумма – 16-битовое поле, содержащее Internet-контрольную сумму, подсчитанную для TCP-заголовка, данных пакета и псевдозаголовка. Псевдозаголовок включает в себя ряд полей IP-заголовка:
  - IP-адрес источника;
  - IP-адрес приемника;
  - Транспорт;
  - Длина IP-сегмента.

Поля tcp-заголовка

- *Указатель* - 16-битовое поле, содержащее указатель (в виде смещения) на первый байт в теле TCP-пакета, начинающий последовательность важных (urgent) данных;
- *Дополнительные данные заголовка* - последовательность полей произвольной длины, описывающих необязательные данные заголовка.

Номер порта

Номера портов играют роль адресов транспортного уровня, идентифицируя на конкретных узлах сети потребителей транспортных услуг, предоставляемых как протоколом TCP, так и протоколом UDP.

При этом протоколы TCP и UDP имеют свои собственные адресные пространства

Идентификация сервиса

Взаимодействие прикладных программ, использующих транспортные услуги протокола TCP (или UDP), строится согласно модели *клиент-сервер***.** Связь программы-клиента и сервера идентифицируется пятеркой:

- используемый транспортный протокол (TCP или UDP);
- IP-адрес сервера;
- номер порта сервера;
- IP-адрес клиента;
- номер порта клиент

Номера портов некоторых сервисов

- ftp-data 20 TCP
- ftp 21 TCP
- telnet 23 TCP
- Smtp 25 TCP
- Time 37 TCP
- Time 37 UDP
- Finger 79 TCP
- Who 513 UDP
- Talk 517 UDP
- Route 520 UDP
- Xserver 6000 TCP

Этапы TCP-взаимодействия

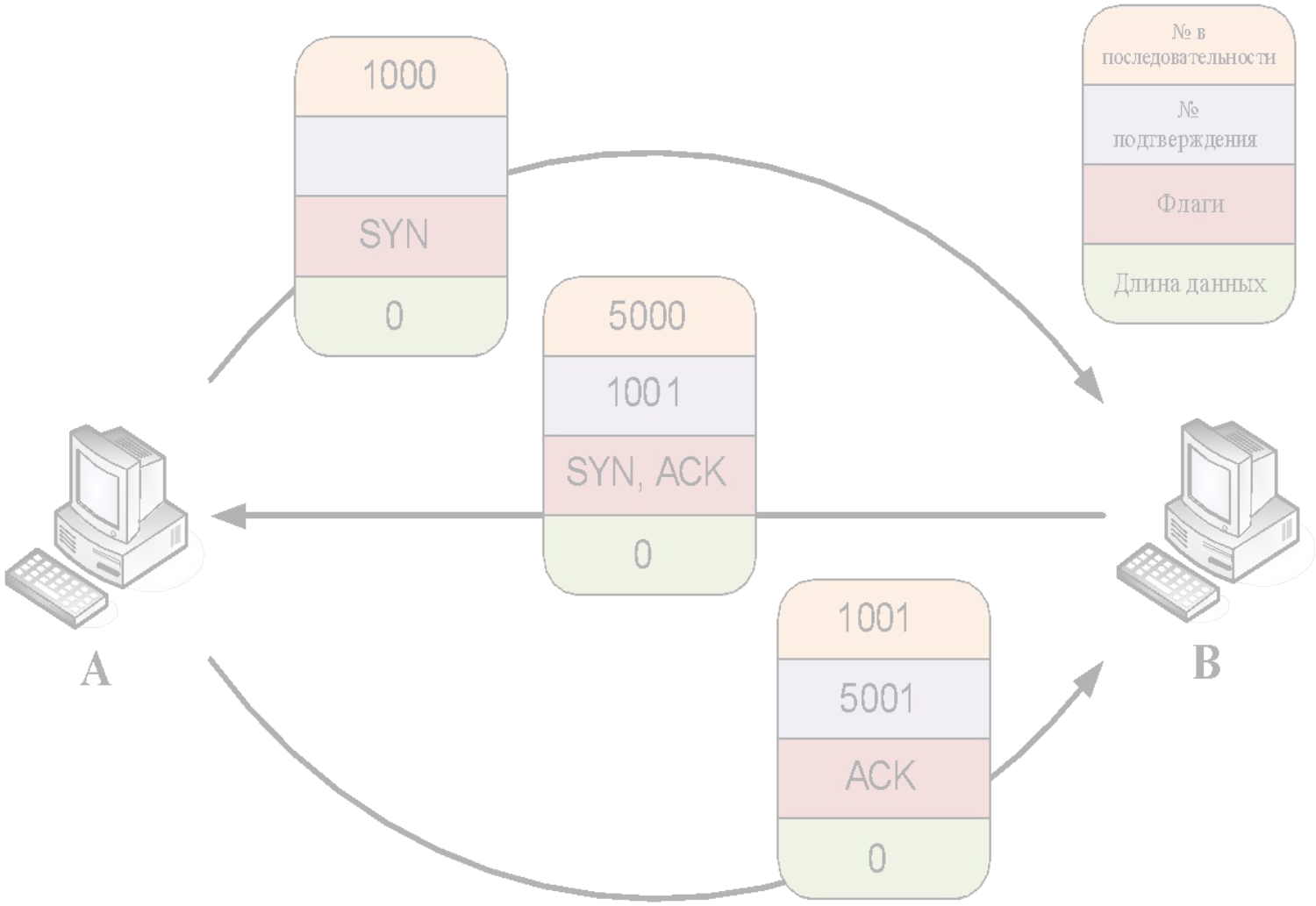
Взаимодействие партнеров с использованием протокола TCP строится в три этапа:

– установление логического соединения;

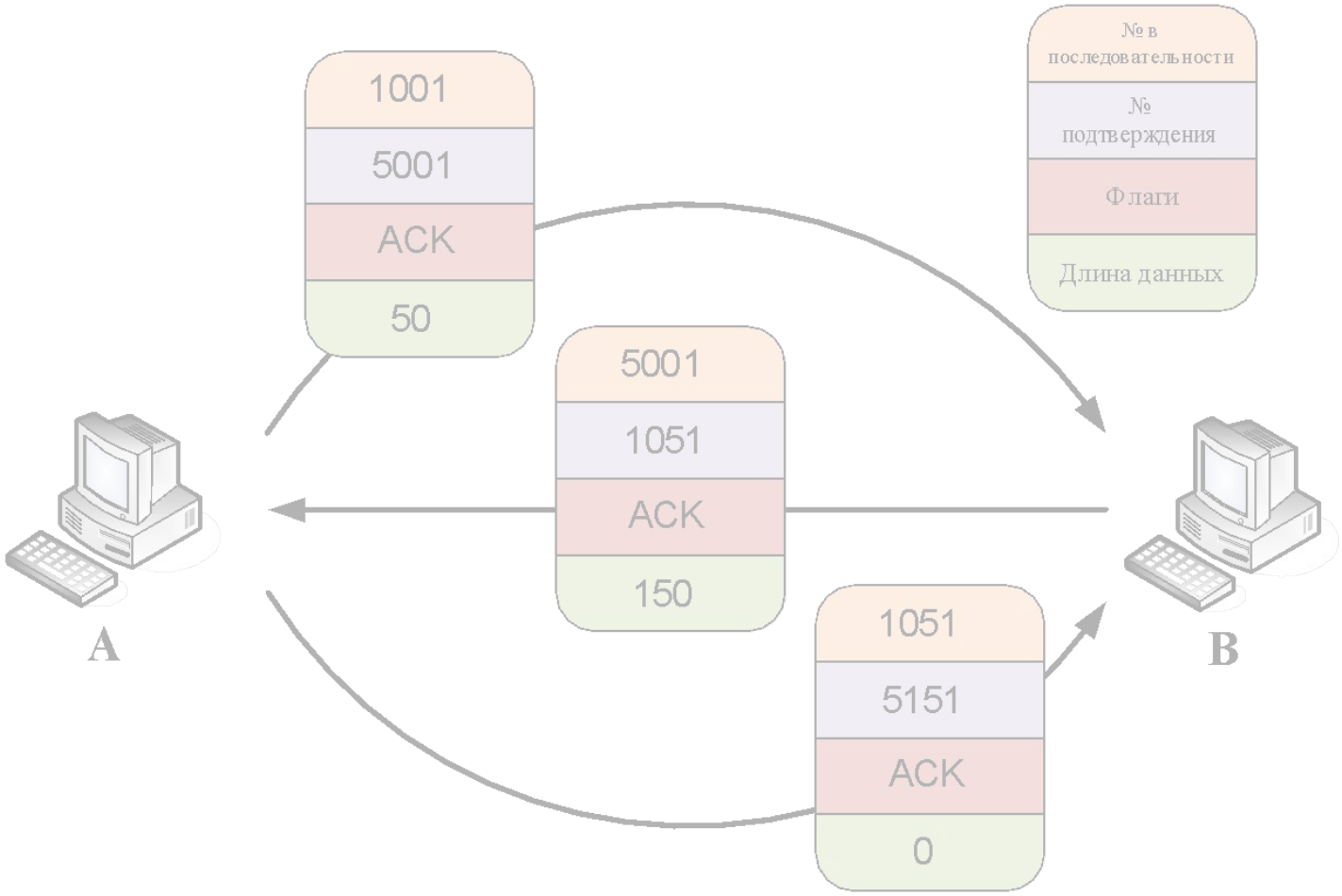
– обмен данными;

– закрытие соединения.

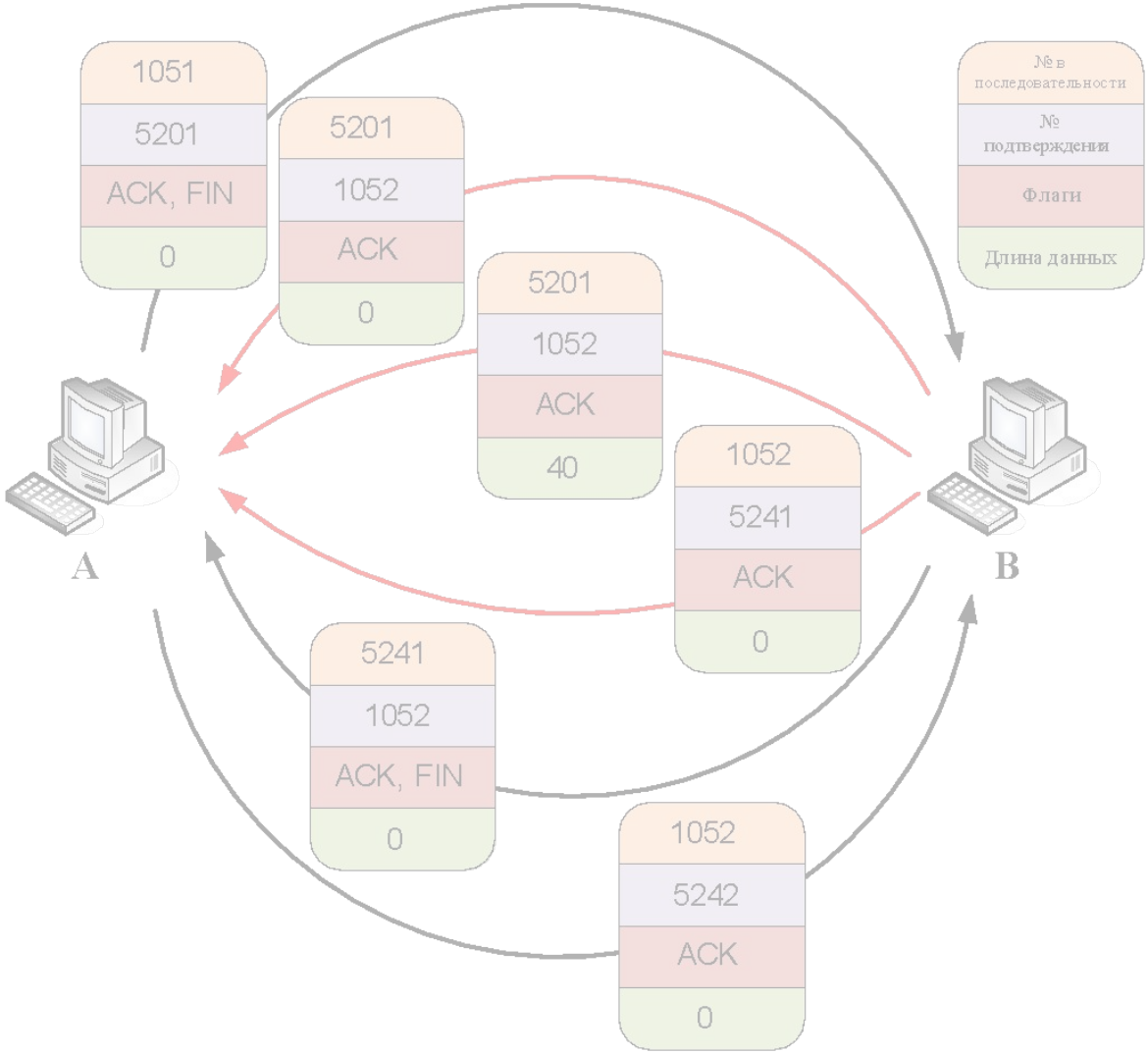
Установление логического соединения



Обмен данными



Закрытие соединения



Управление скоростью передачи

Необходимо, когда приемник не успевает принимать и обрабатывать поступающие данные.

При заполнении входного буфера приемник отправляет пакет, с установленным полем window =0

При освобождении буфера на половину, отправляется новое значение window.

Протокол дейтаграмм пользователя UDP

- реализует взаимодействие в режиме без установлением логического (виртуального) соединения;
- организует поблочный (дейтаграммный, пакетный) тип передачи данных;
- для идентификации партнеров по взаимодействию на транспортном уровне использует 16-битовые "номера портов";
- не гарантирует надежной передачи данных (возможна как потеря UDP-пакетов, так и их дублирование);

Протокол дейтаграмм пользователя UDP

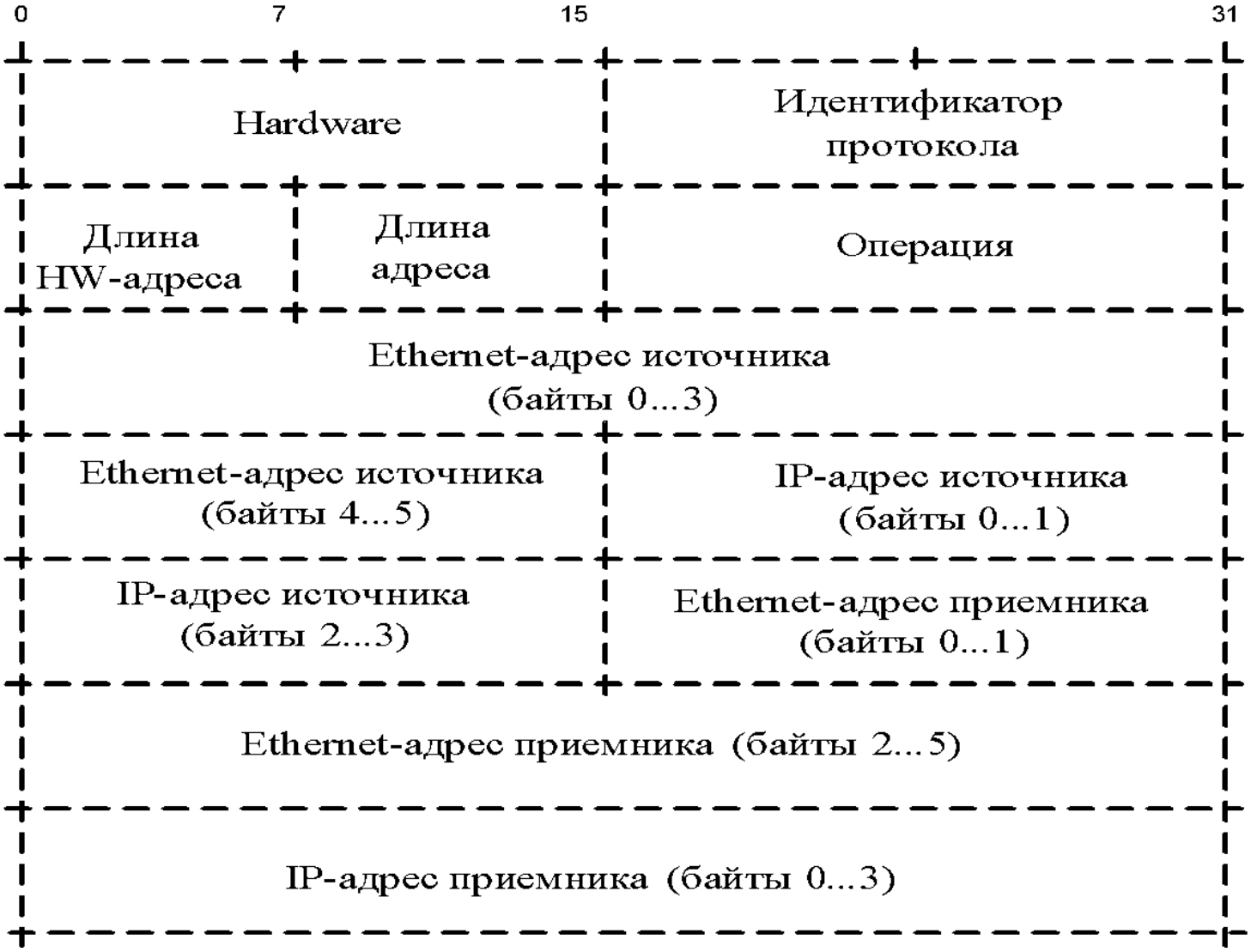
- не имеет средств уведомления источника UDP-пакета о правильности/ошибочности в его приеме адресатом;
- не обеспечивает правильный порядок доставки UDP-пакетов от источника к приемнику;
- может гарантировать целостность данных в UDP-пакете за счет использования контрольной суммы;
- очень прост (особенно, по сравнению с протоколом TCP).

Формат заголовка UDP-пакета

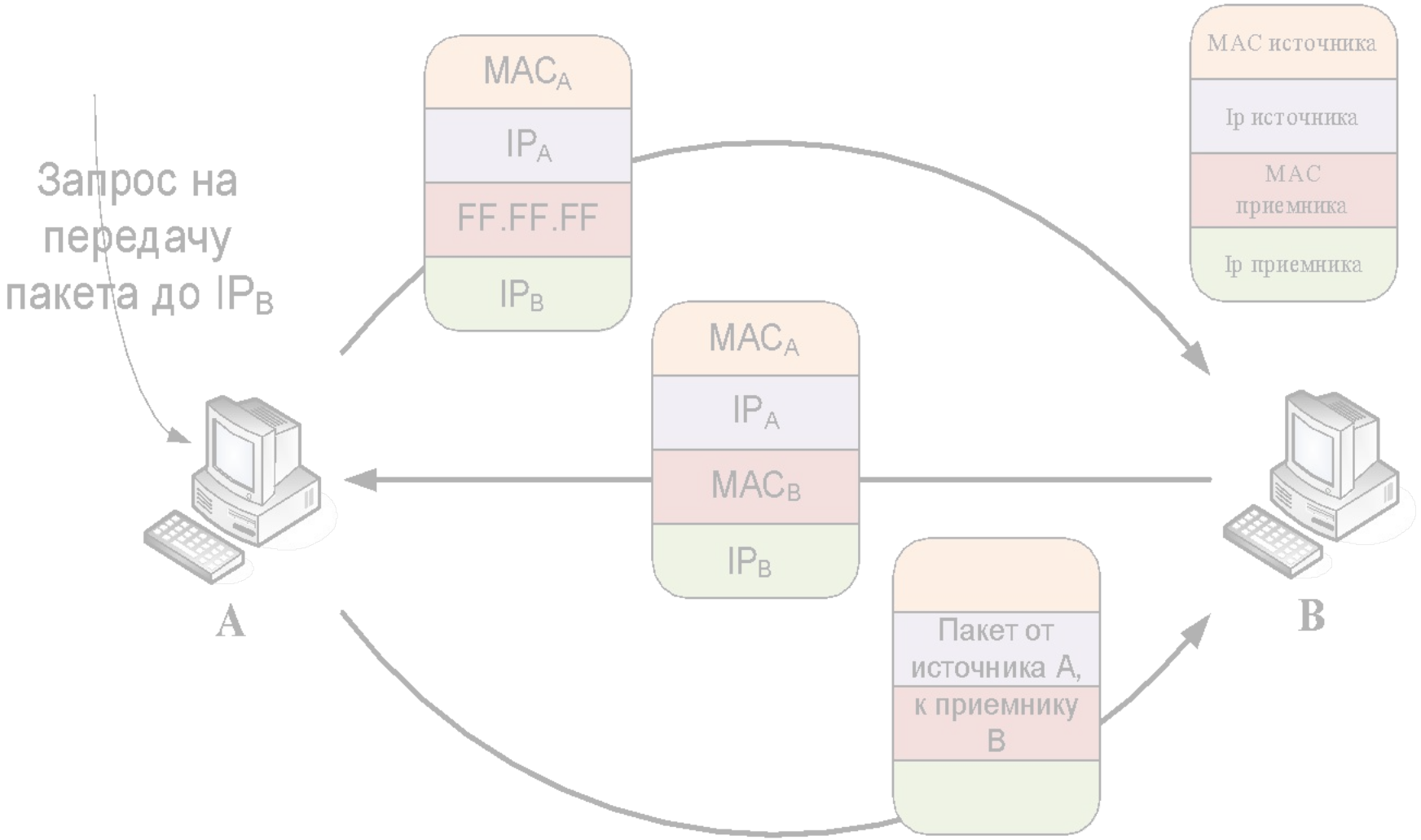
Поля udp-заголовка

- *Порт источника и порт приемника* - 16-битовые поля, содержащие номера портов, соответственно, источника и адресата UDP-пакета;
- *Длина* - 16-битовое поле, содержащее длину (в байтах) всего UDP-пакета, включая заголовок и данные;
- *Контрольная сумма* - 16-битовое поле, содержащее Internet-контрольную сумму, подсчитанную для UDP-заголовка, данных пакета и псевдозаголовка.

Структура ARP заголовка



Поля ARP заголовка

- *Hardware* - содержит идентификатор типа адреса на сетевом уровне (в нашем случае - Ethernet).
- *Идентификатор протокола* - определяет протокол межсетевого уровня (в нашем случае - IP).
- *Длина HW-адреса* – длинна поля аппаратного адреса (в случае Ethernet – 6);
- *Длина адреса* – длина межсетевого адреса (в случае ip - 4).
- *Операция* - содержит идентификатор типа ARP-сегмента (запрос или ответ).

Алгоритм функционирования ARP