

Фазы доставки дейтаграмм

Прямая (direct delivery) и косвенная (indirect delivery) доставка.

Для всех компьютеров, подключенных к одной физической сети, сетевые префиксы IP-адресов, идентифицирующие сеть, должны совпадать. Поскольку для извлечения сетевого префикса из IP-адреса необходимо лишь несколько машинных команд, то процесс выяснения возможности доставки дейтаграммы напрямую получателю является эффективным.

Передача IP-дейтаграмм между двумя компьютерами подключенными к одной физической сети осуществляется напрямую, без участия каких-либо маршрутизаторов. Отправитель помещает IP-дейтаграмму в физический кадр сети, преобразует IP-адрес получателя в физический адрес и посылает по нему физический кадр, используя сетевое оборудование.

В объединенной сети на основе протокола TCP/IP, маршрутизаторы представляют взаимосвязанную структуру, где соседние маршрутизаторы непосредственно взаимодействуют между собой. Дейтаграмма передается от маршрутизатора к следующему маршрутизатору до тех пор, пока не достигнет того маршрутизатора, который непосредственно подключен к физической сети компьютера получателя. На заключительном этапе маршрутизатор находящийся в одной физической сети с получателем посылает ему дейтаграмму на прямую.

IP-маршрутизация на основе таблиц

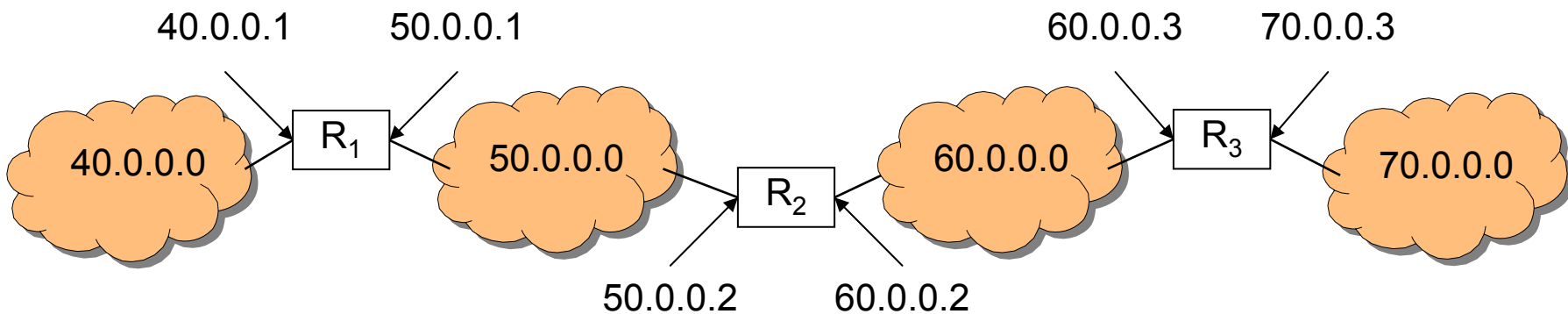
Система IP-адресации создавалась специально с учетом требований эффективной маршрутизации:

- принцип намеренного скрытия информации о конкретных компьютерах в локальной сети;
- принцип выбора маршрута следования на основании минимально необходимых данных (подробная информация о конкретных узлах должна быть сосредоточена в месте их подключения);
- принцип маршрутизации удаленным компьютером пакетов не вдаваясь в излишни подробности.

Использование номера сети в адресе назначения вместо полного адреса компьютера делает маршрутизацию эффективной, а таблицы маршрутизации маленькими в размерах.

Обычно в таблице маршрутизации содержатся пары (N, R), где N - это IP-адрес *сети* получателя, а R является IP-адресом следующего по порядку маршрутизатора на пути следования к сети N. Маршрутизатор R называется *ближайшей точкой перехода (next hop)*, а сама идея хранения в таблицах маршрутизации IP-адреса ближайшей точки перехода для каждого получателя называется *маршрутизацией на шаг вперед (next-hop routing)*.

IP-маршрутизация на основе таблиц



Пример объединенной сети из четырех физических сетей объединенных тремя маршрутизаторами

| Для достижения сети: | Направлять дейтаграммы: |
|----------------------|----------------------------|
| 50.0.0.0 | Непосредственно получателю |
| 60.0.0.0 | Непосредственно получателю |
| 40.0.0.0 | 50.0.0.1 |
| 70.0.0.0 | 60.0.0.3 |

Таблица маршрутизации устройства R2

IP-маршрутизация на основе таблиц

Программное обеспечение протокола IP сохраняет в таблицах маршрутизации информацию только о номерах сетей, а не о конкретных номерах узлов этих сетей, в которых могут находиться потенциальные получатели дейтаграмм. Это позволяет уменьшить размер таблиц и повысить эффективность процесса маршрутизации.

Выбор маршрута следования на основе номера сети получателя имеет несколько следствий:

- в большинстве реализаций сетевого программного обеспечения все дейтаграммы будут доставляться по одно и тому же маршруту;
- если к сети получателя имеется несколько маршрутов следования, то они не смогут использоваться одновременно, независимо от запрошенного в заголовках дейтаграмм типа обслуживания;
- удаленный отправитель не в состоянии определить подключен ли к физической сети узел получателя и нормально ли он функционирует;
- следование дейтаграмм от одного маршрутизатора к другому и обратно может проходить по разным маршрутам.

Маршрут следования дейтаграмм по умолчанию

Если таблица маршрутизации не содержит адрес сети получателя, то дейтаграмма должна послаться стандартному *маршрутизатору по умолчанию (default router)*.

Пример таблицы маршрутизации

=====

Список интерфейсов

0x1 MS TCP Loopback interface

0x2 ...00 1d 92 23 0a 89 Realtek RTL8168/8111 PCI-E Gigabit Ethernet NIC

=====

Активные маршруты:

| Сетевой адрес | Маска сети | Адрес шлюза | Интерфейс | Метрика |
|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|----------------|
| 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 82.179.184.161 | 82.179.184.175 | 1 |
| 82.179.184.160 | 255.255.255.224 | 82.179.184.175 | 82.179.184.175 | 10 |
| 82.179.184.175 | 255.255.255.255 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | 10 |
| 82.255.255.255 | 255.255.255.255 | 82.179.184.175 | 82.179.184.175 | 10 |
| 127.0.0.0 | 255.0.0.0 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | 1 |
| 224.0.0.0 | 240.0.0.0 | 82.179.184.175 | 82.179.184.175 | 10 |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | 82.179.184.175 | 82.179.184.175 | 1 |

Основной шлюз: 82.179.184.161

=====

Постоянные маршруты:

Отсутствует

Алгоритм IP-маршрутизации

| | |
|---|---|
| 1 | Извлечь из дейтаграммы IP-адрес конечного получателя и выделить сетевой префикс netid |
| 2 | Если netid совпадает с сетевым префиксом одной из сетей, к которой непосредственно подключен маршрутизатор, выполнить прямую доставку дейтаграммы конечному получателю по соответствующей сети (которая включает определение физического адреса конечного получателя, вложение дейтаграммы в физический кадр и его отправка получателю) |
| 3 | Иначе, если в таблице маршрутизации указан маршрут конкретно для компьютера получателя, переслать дейтаграмму в ближайшую точку перехода, адрес которой указан в таблице |
| 4 | Иначе, если в таблице маршрутизации указан маршрут для сети с префиксом netid, переслать дейтаграмму в ближайшую точку перехода, адрес которой указан в таблице |
| 5 | Иначе, если в таблице маршрутизации указан маршрут по умолчанию, отправить дейтаграмму стандартному маршрутизатору, адрес которого указан в таблице |
| 6 | Иначе, сгенерировать ошибку маршрутизации |

Маршрутизация с использованием IP-адресов

Может показаться странным, что раз каждый раз необходимо преобразование IP-адресов ближайших точек перехода в соответствующие физические адреса, почему нельзя в таблице маршрутизации указать сразу эти физические адреса.

На это есть две причины:

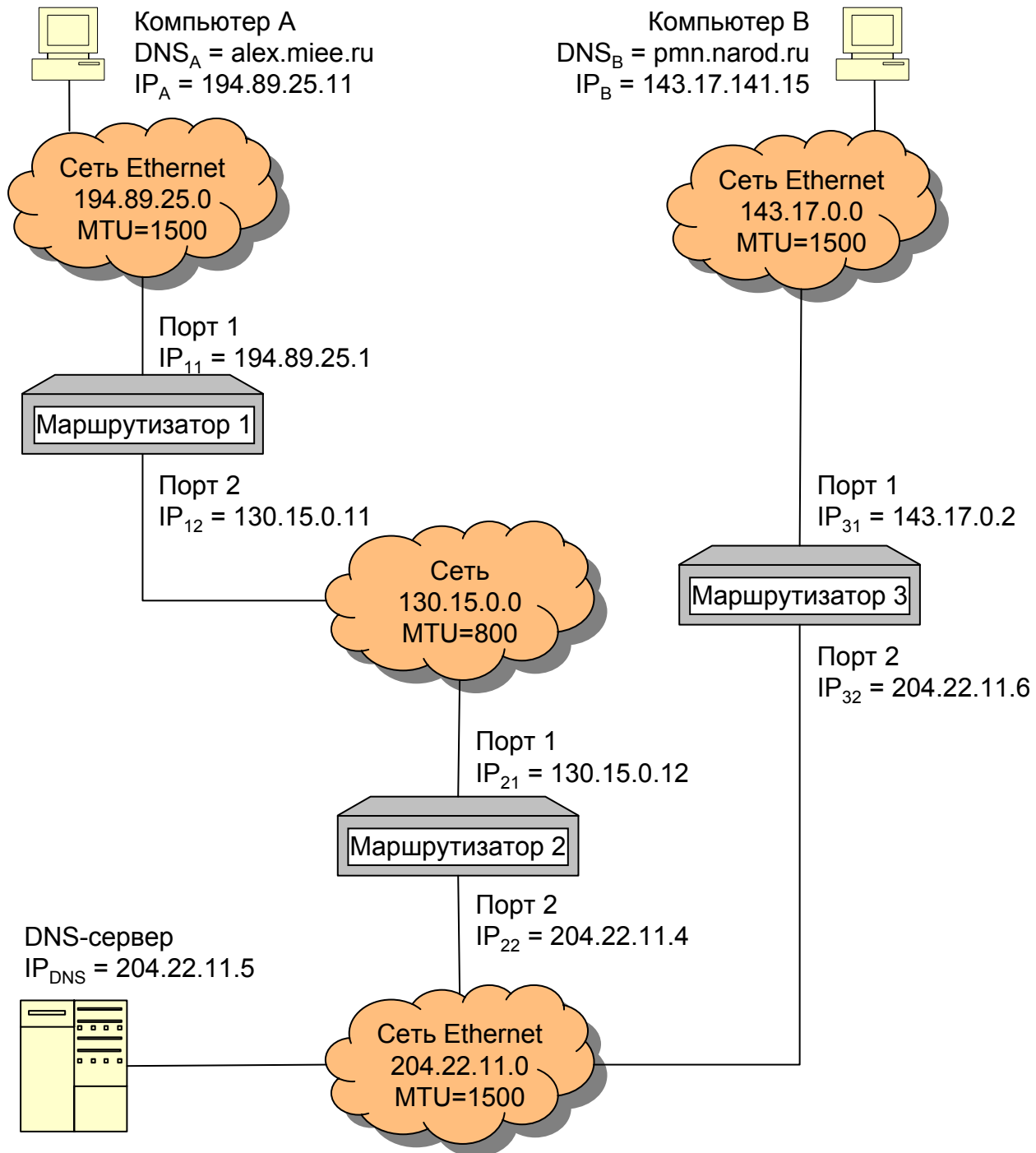
- Использование именно IP-адресов в таблицах маршрутизации упрощает задачу сетевым администраторам в плане настройки и контроля правильности обновления таблиц маршрутизации соответствующими программами.
- Основная цель разработки протокола IP, это скрытие деталей используемых низкоуровневых сетевых технологий.

Обработка входящих дейтаграмм

Узлы сети, которые не являются маршрутизаторами, не должны выполнять пересылку случайно попавших к ним дейтаграмм. Такие дейтаграммы должны удаляться.

Существует четыре причины, по которым компьютеры, не предназначенные для функционирования в качестве маршрутизатора, должны воздерживаться от выполнения любых функций маршрутизатора:

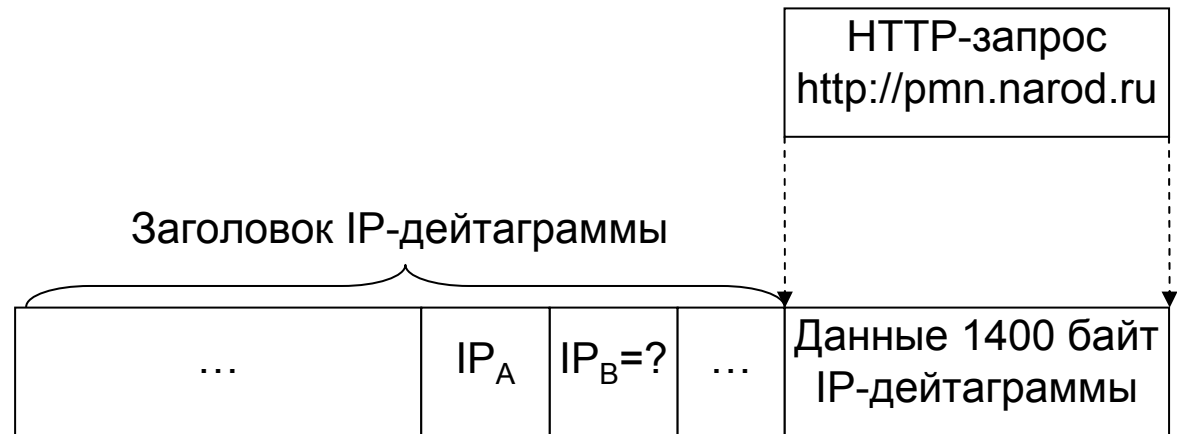
- Получение компьютером дейтаграмм предназначенных для других узлов сети, свидетельствует о возникновении проблем в системе маршрутизации и доставки. Если бы компьютер обрабатывал дейтаграммы, не предназначенные для него, или пытался бы исправить маршрут следования, то о возникших проблемах в сети никто бы не узнал
- Процесс маршрутизации связан с большими потоками информации и их обработкой центральным процессором. Поэтому это может сказаться на работоспособности и скорости работы прикладных программ, запущенных на компьютере.
- Возникновение простых ошибочных ситуаций может привести к хаосу в сети.
- На маршрутизаторы возлагается ряд полезных функций, а не только перенаправление потоков данных в сети. Таким образом, каждый компьютер сети будет выполнять маршрутизацию дейтаграмм, не поддерживая при этом всех функций маршрутизатора, то результат будет непредсказуемым.



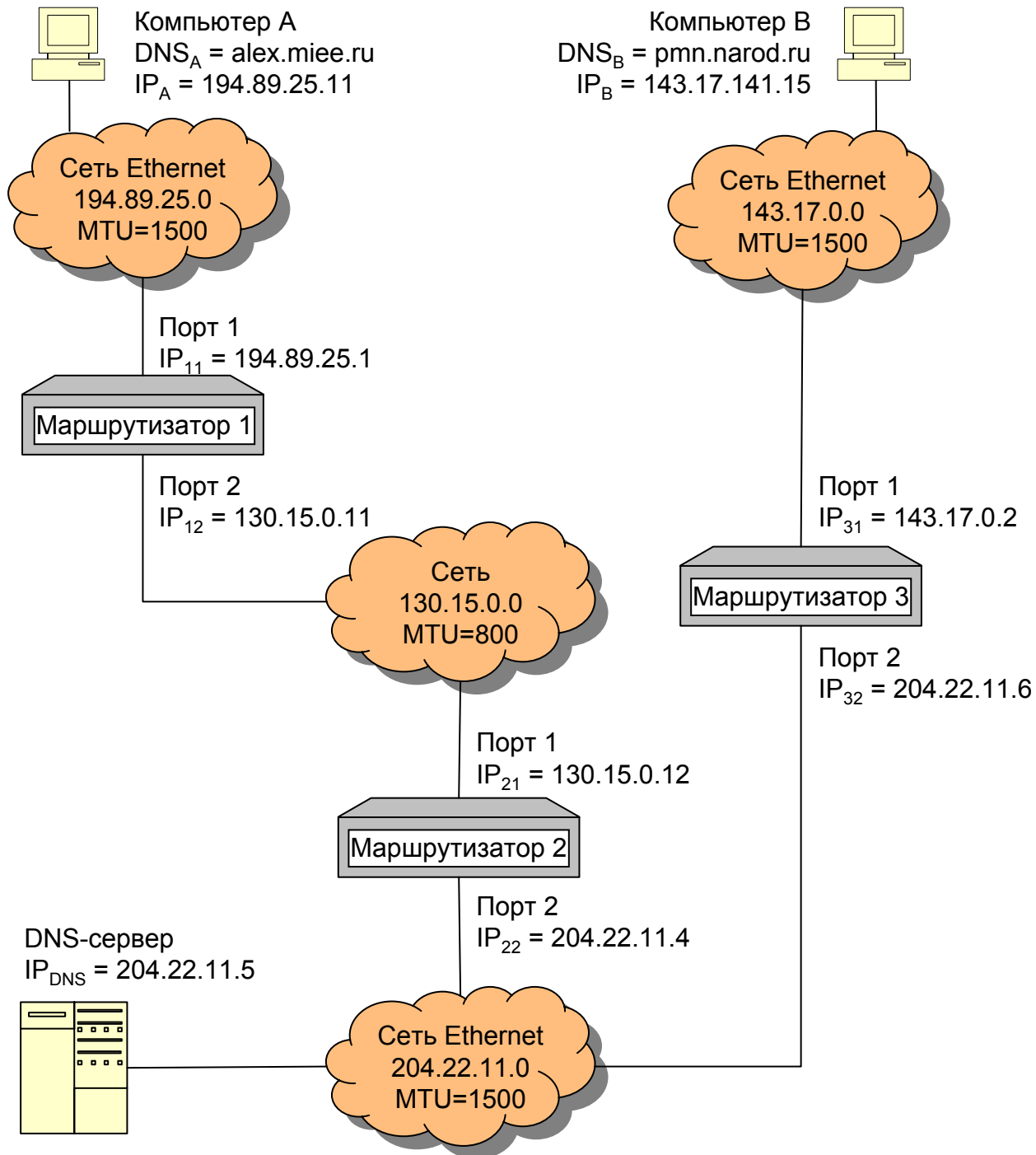
Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 1.

7-ой, прикладной
уровень модели
OSI
.
.
.
3-ий, сетевой
уровень модели
OSI

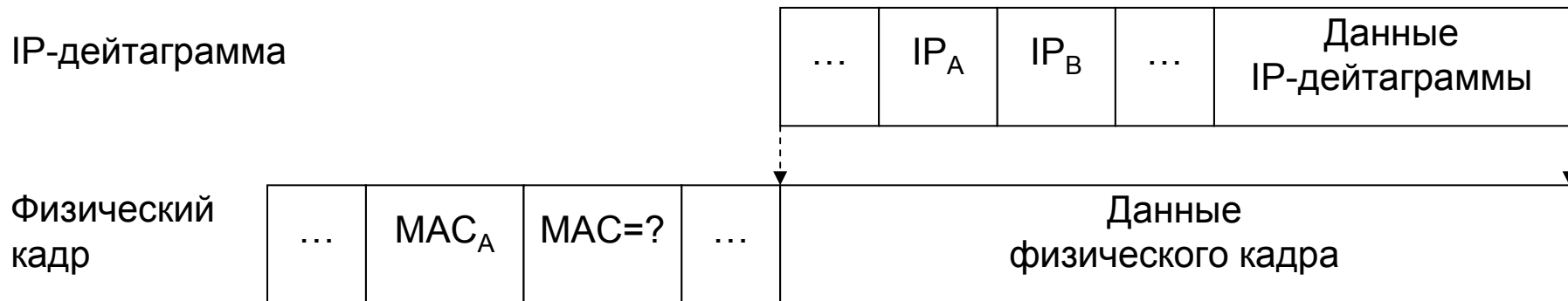


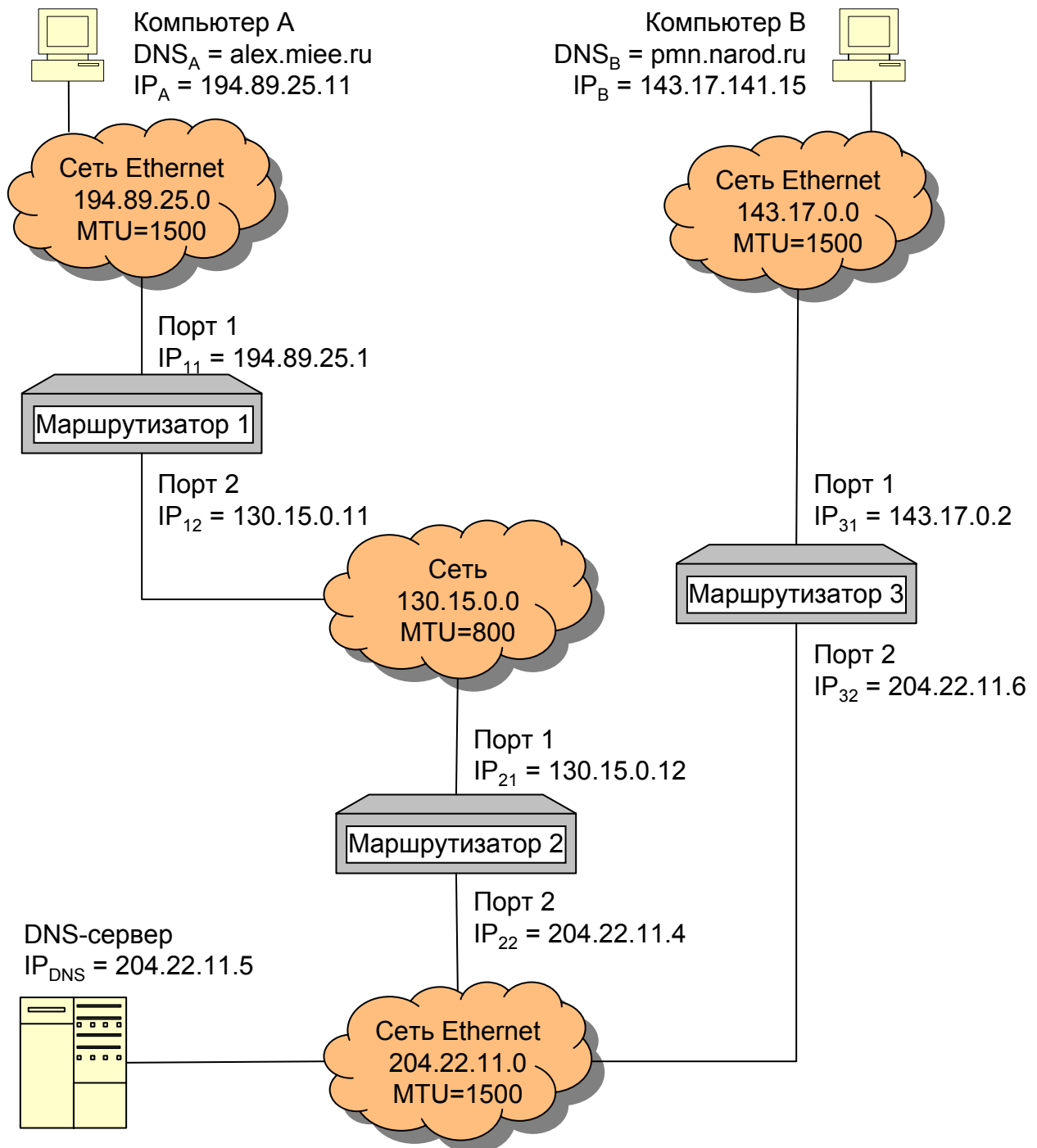
HTTP-запрос сформированный на прикладном уровне, передается вниз по уровням модели OSI, и помещается в поле данных IP-дейтаграммы



Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 3.

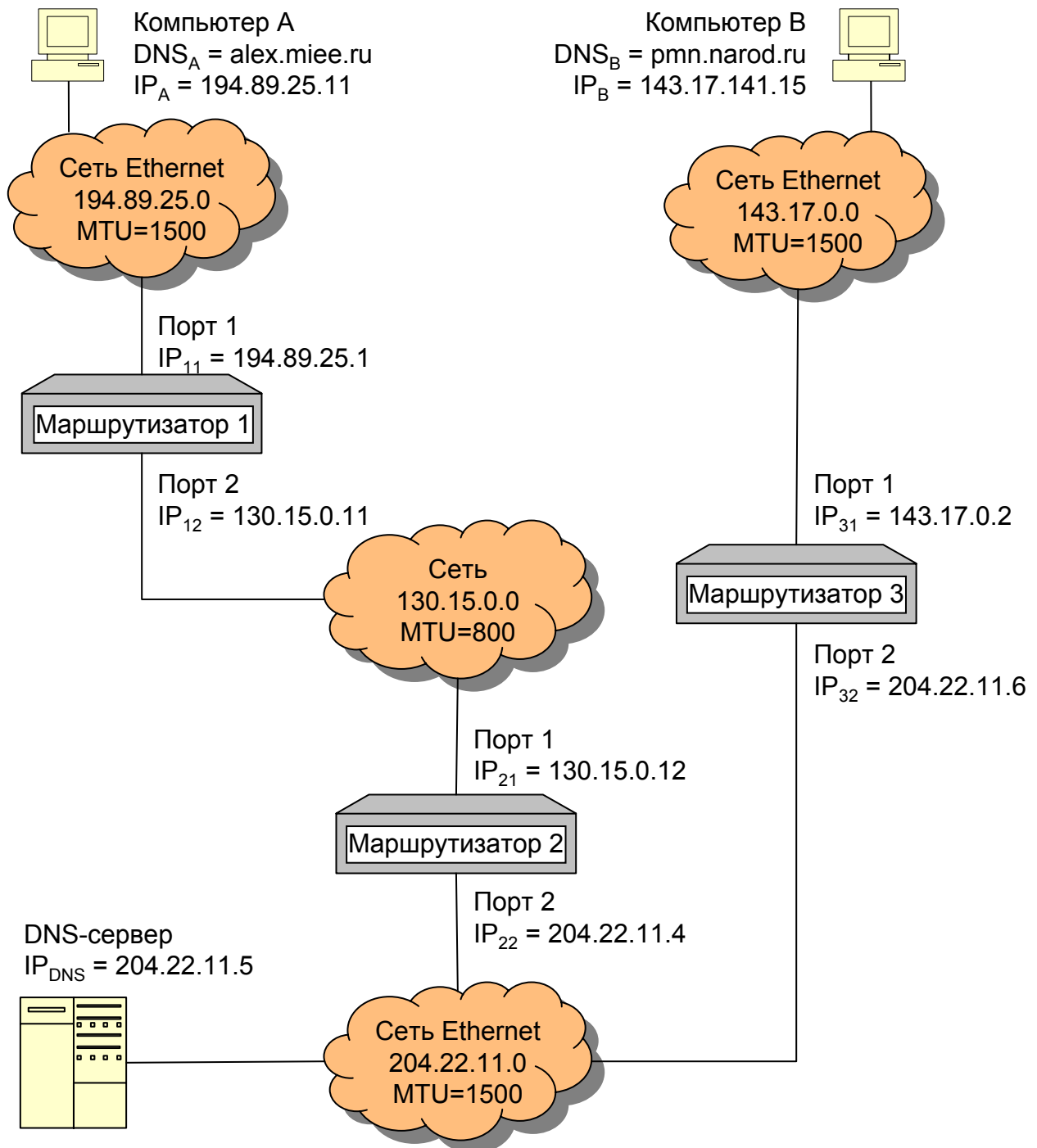




Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 5.

| Сетевой адрес: | Адрес следующего маршрутизатора: |
|-------------------|----------------------------------|
| 130.15.0.0 | 130.15.0.12 |
| 204.22.11.0 | 130.15.0.12 |
| 143.17.0.0 | 130.15.0.12 |
| По умолчанию | 130.15.0.12 |

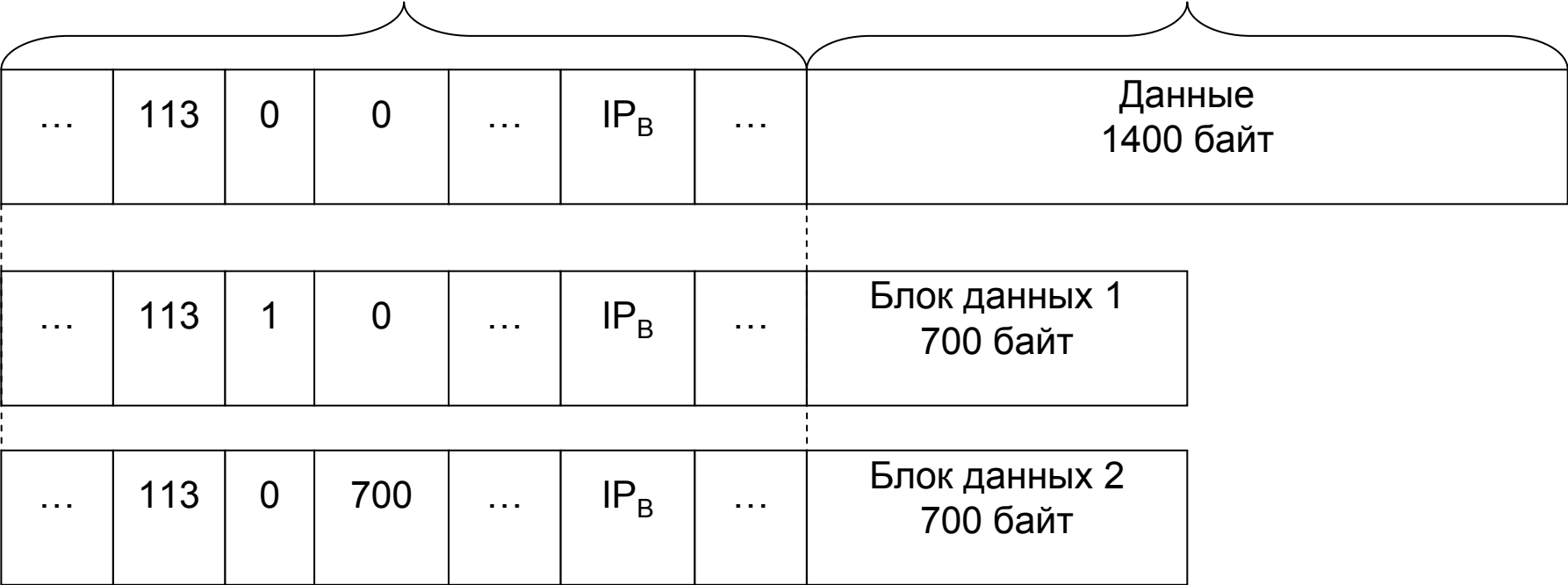


Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 6.

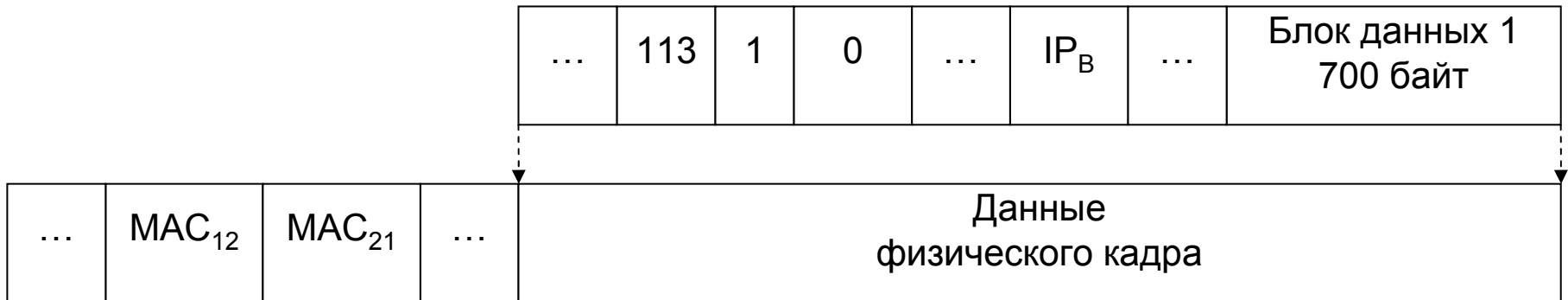
Заголовок исходной IP-дейтаграммы

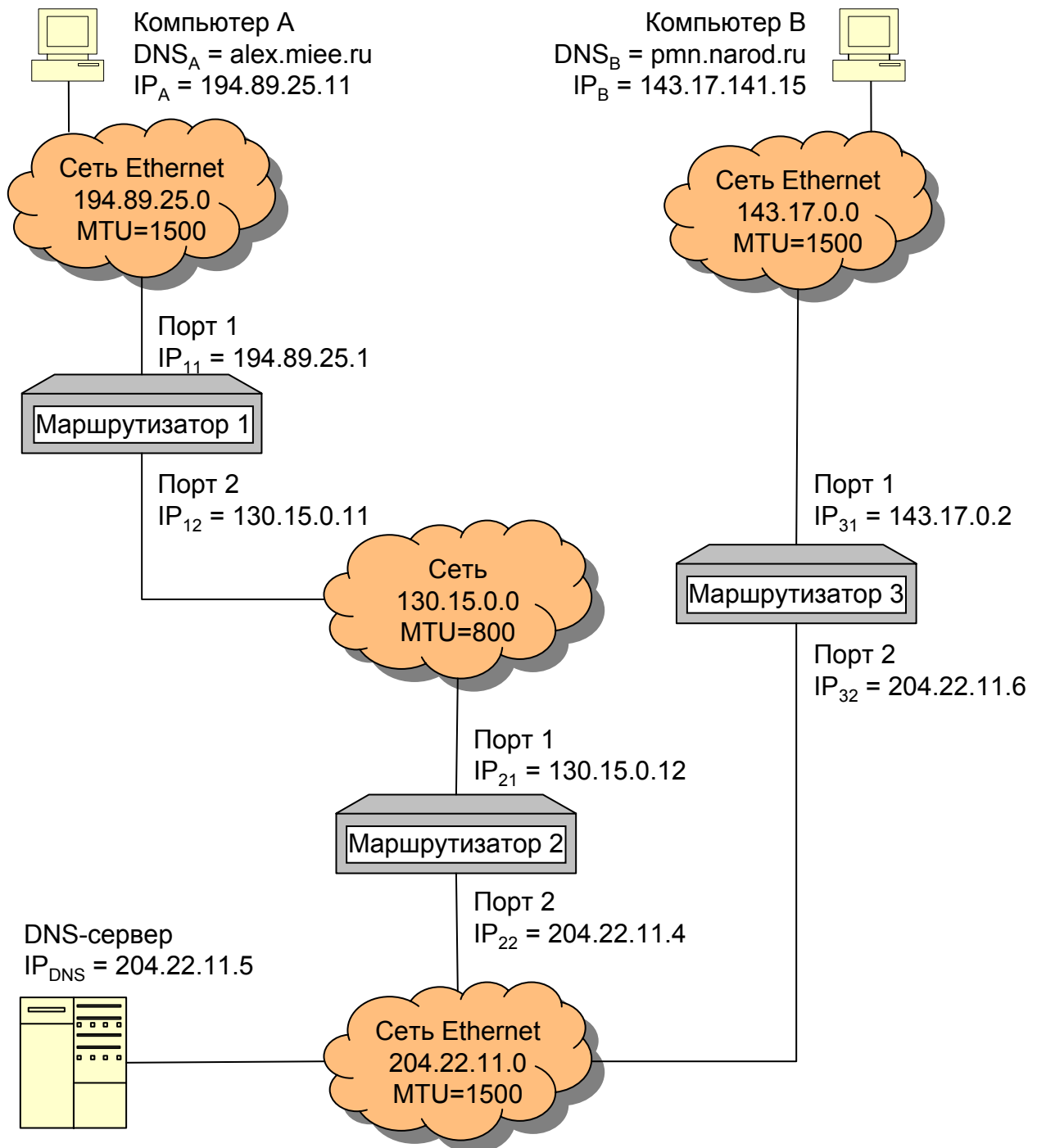
Данные исходной IP-дейтаграммы



Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 7.





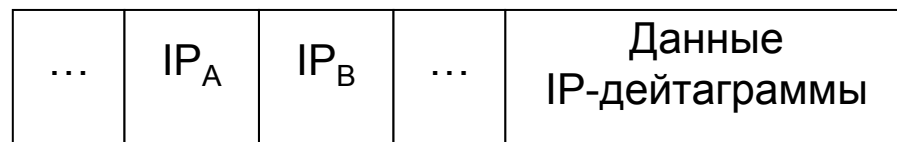
Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 8.

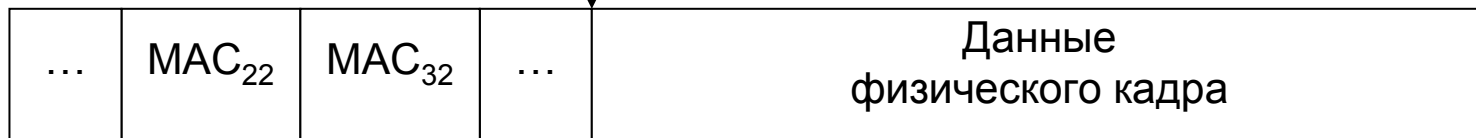
| | |
|----------------|----------------------------------|
| Сетевой адрес: | Адрес следующего маршрутизатора: |
| По умолчанию | 204.22.11.6 |

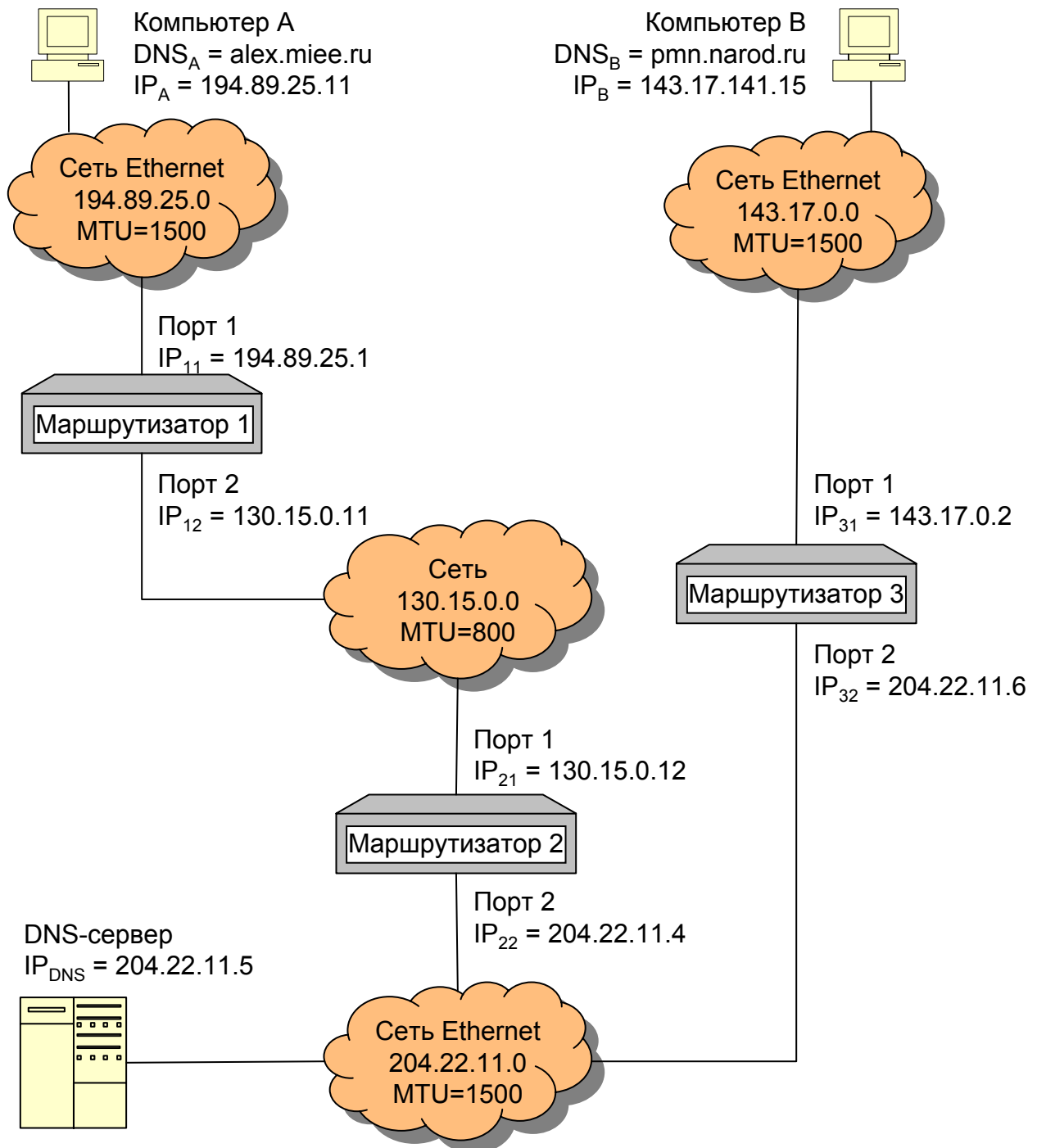
Этап 9.

IP-дейтаграмма



Физический кадр





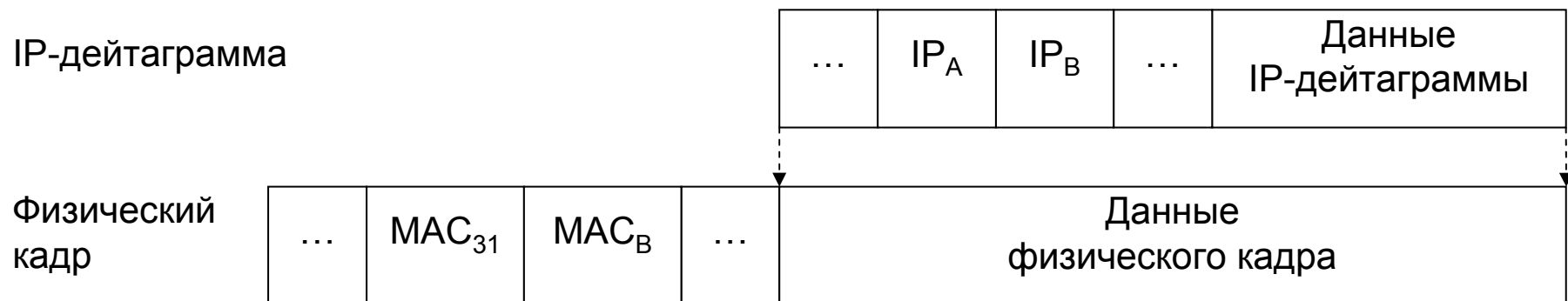
Пример передачи IP-дейтаграмм

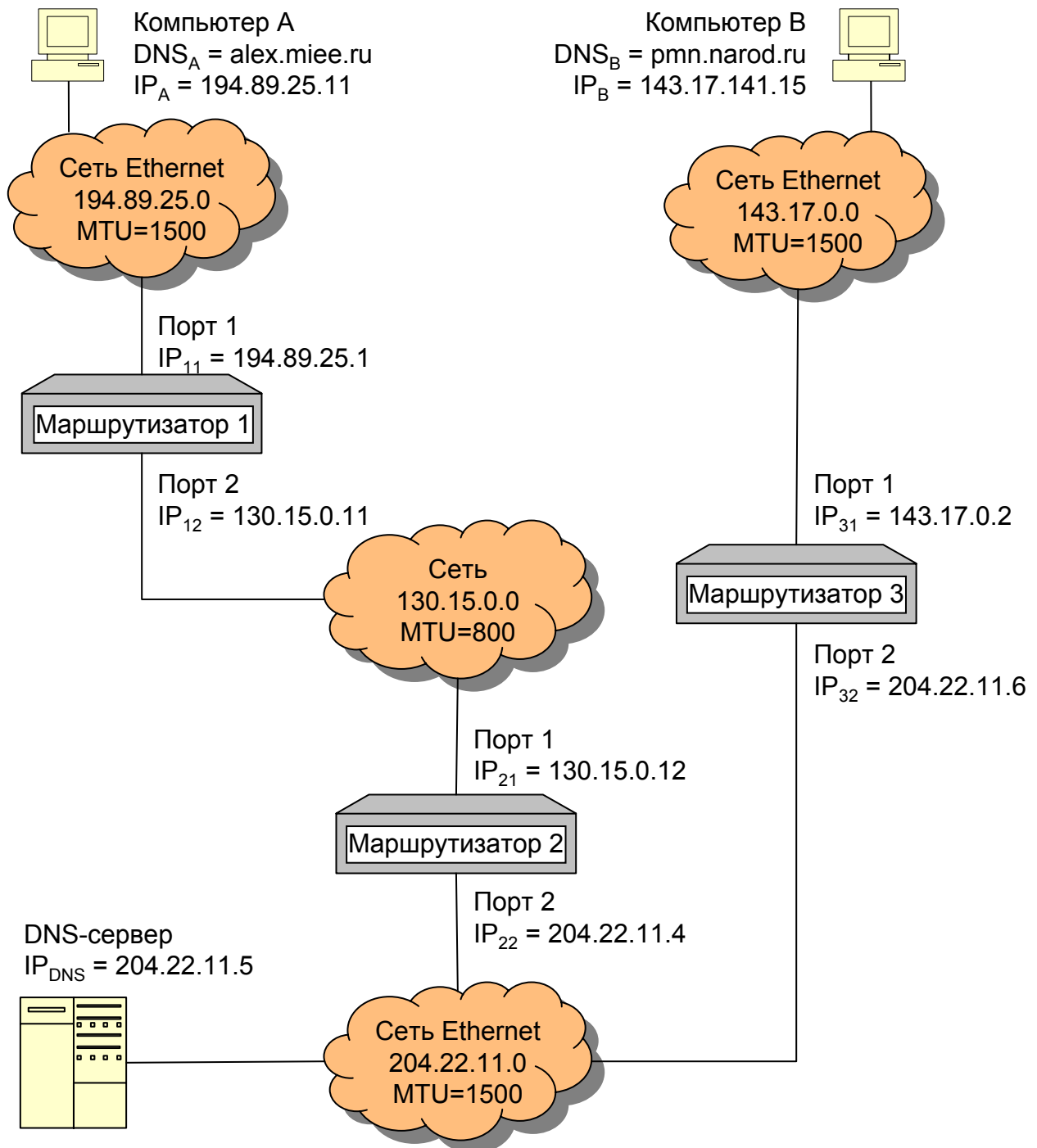
Этап 10.

| Сетевой адрес: | Адрес следующего маршрутизатора: |
|-------------------|----------------------------------|
| 143.17.0.0 | Прямая доставка |
| 204.22.11.0 | Прямая доставка |
| По умолчанию | 204.22.11.6 |

Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 11.





Пример передачи IP-дейтаграмм

Этап 12.

7-ой, прикладной
уровень модели OSI

·
·
·

3-ий, сетевой уровень
модели OSI

HTTP-запрос
http://pmn.narod.ru

Данные исходной IP-дейтаграммы
1400 байт

| | | | | | | | |
|-----|-----|---|---|-----|-----------------|-----|---------------------------|
| ... | 113 | 1 | 0 | ... | IP _B | ... | Блок данных 1 700 байт |
|-----|-----|---|---|-----|-----------------|-----|---------------------------|

| | | | | | | | |
|-----|-----|---|-----|-----|-----------------|-----|---------------------------|
| ... | 113 | 0 | 700 | ... | IP _B | ... | Блок данных 2 700 байт |
|-----|-----|---|-----|-----|-----------------|-----|---------------------------|