

Протокол IPSec

(RFC 2401)

Семейство протоколов IPSec

Протокол Authentication Header (AH)

Аутентификация
Контроль целостности

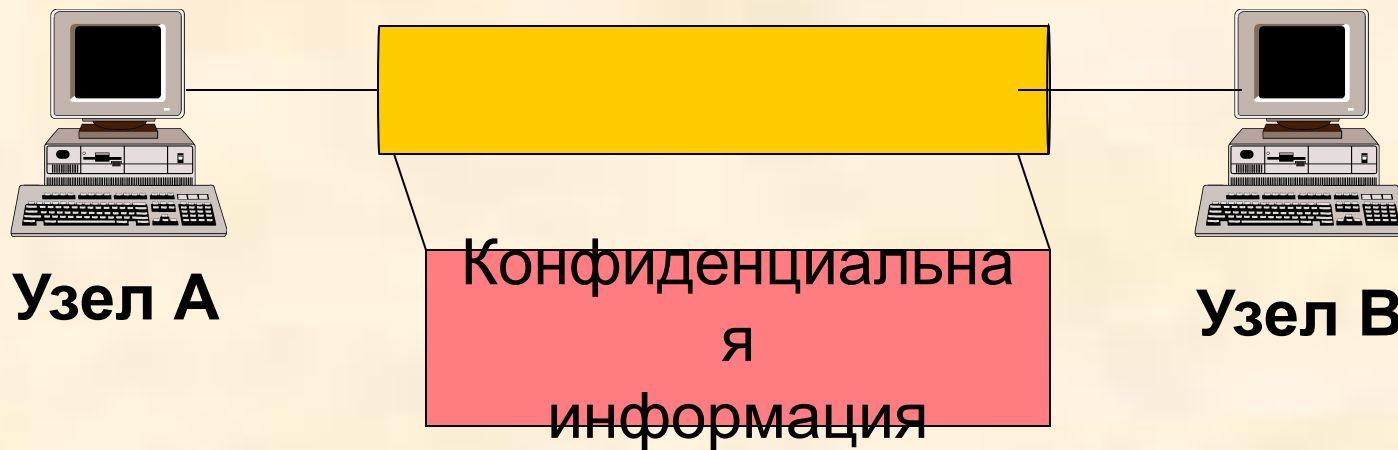
Протокол Encapsulated Security Payload (ESP)

Аутентификация
Контроль целостности
Шифрование

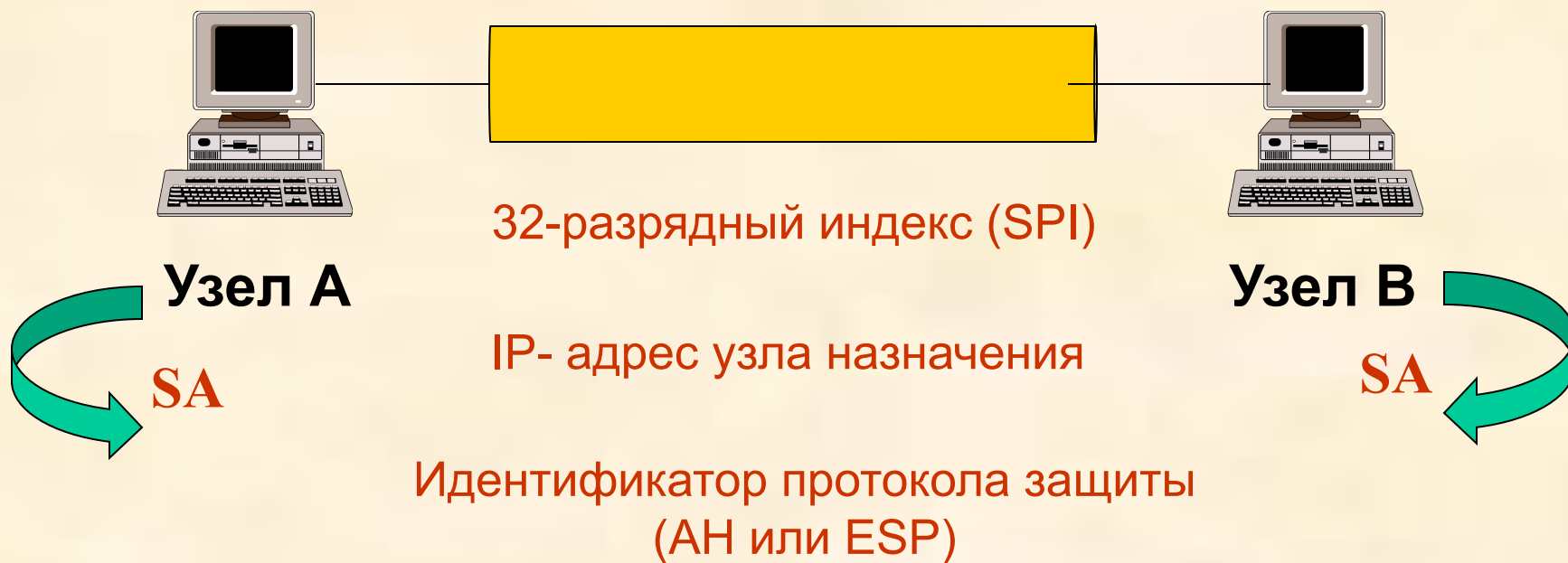
Протокол Internet Key Exchange (IKE)

Согласование алгоритмов шифрования
Обмен ключами

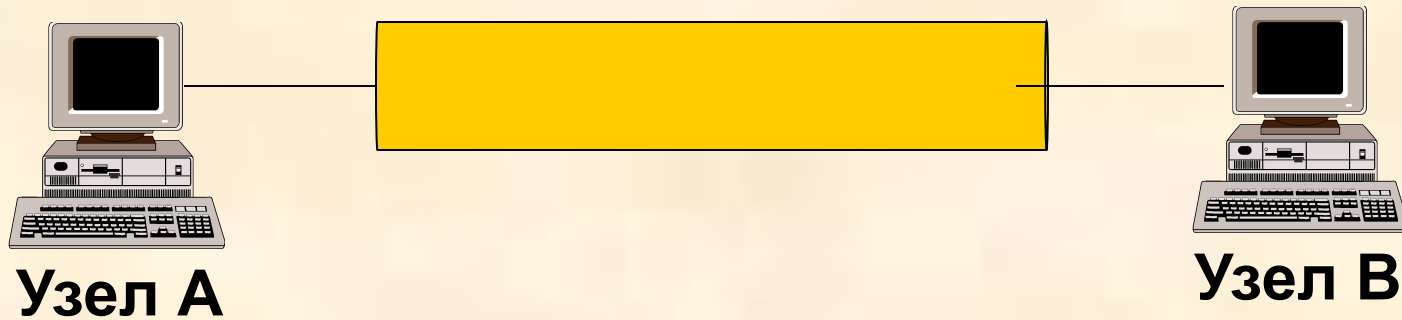
Защищённый канал IPSec



Безопасная ассоциация IPSec



Безопасная ассоциация IPSec



Базы данных SA

Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В

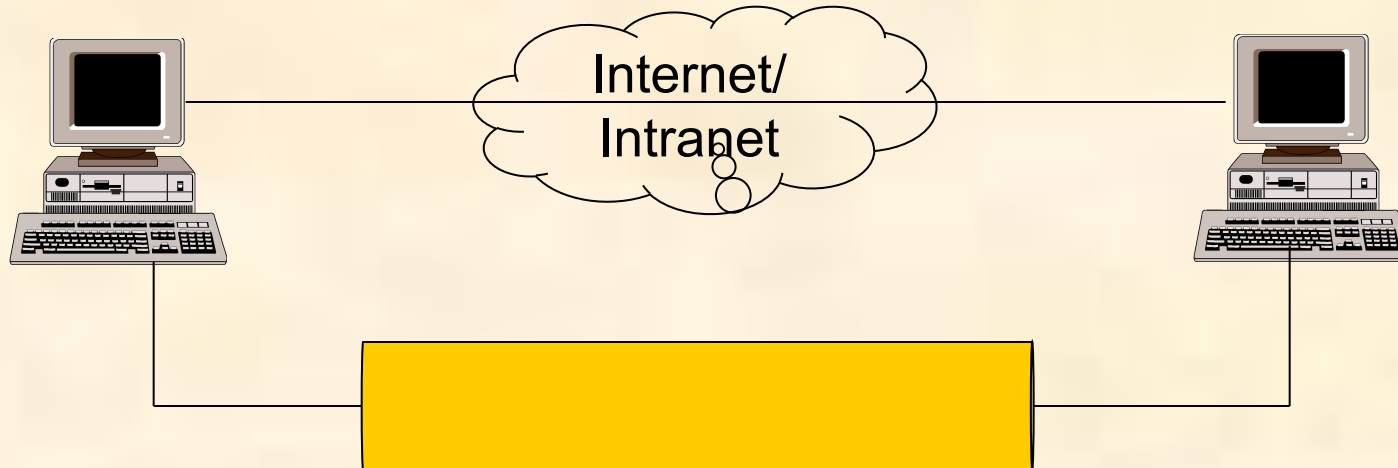


Схема узел-узел (точка-точка)

Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В

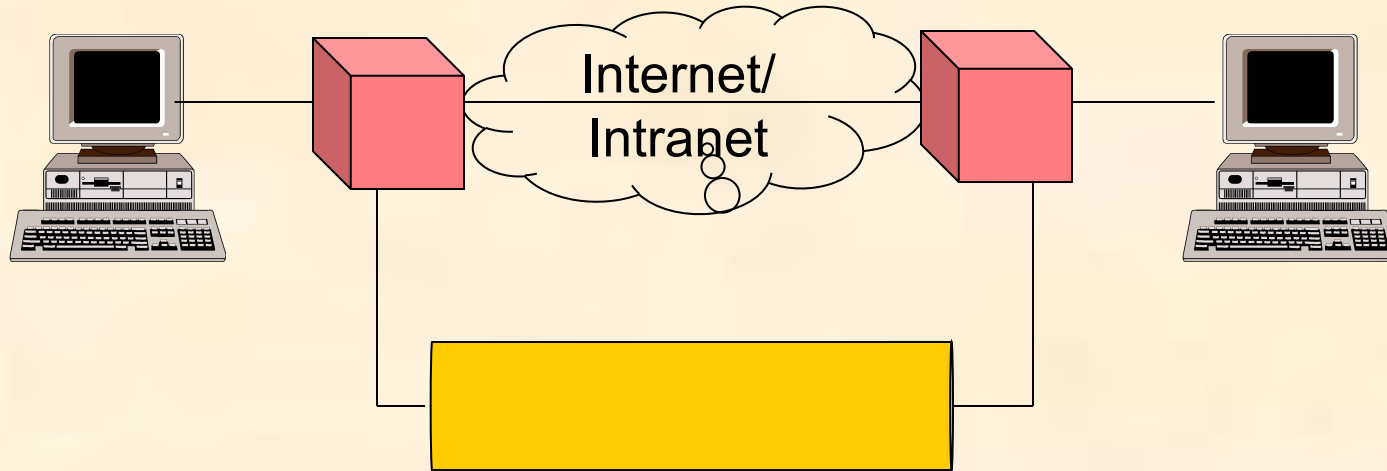
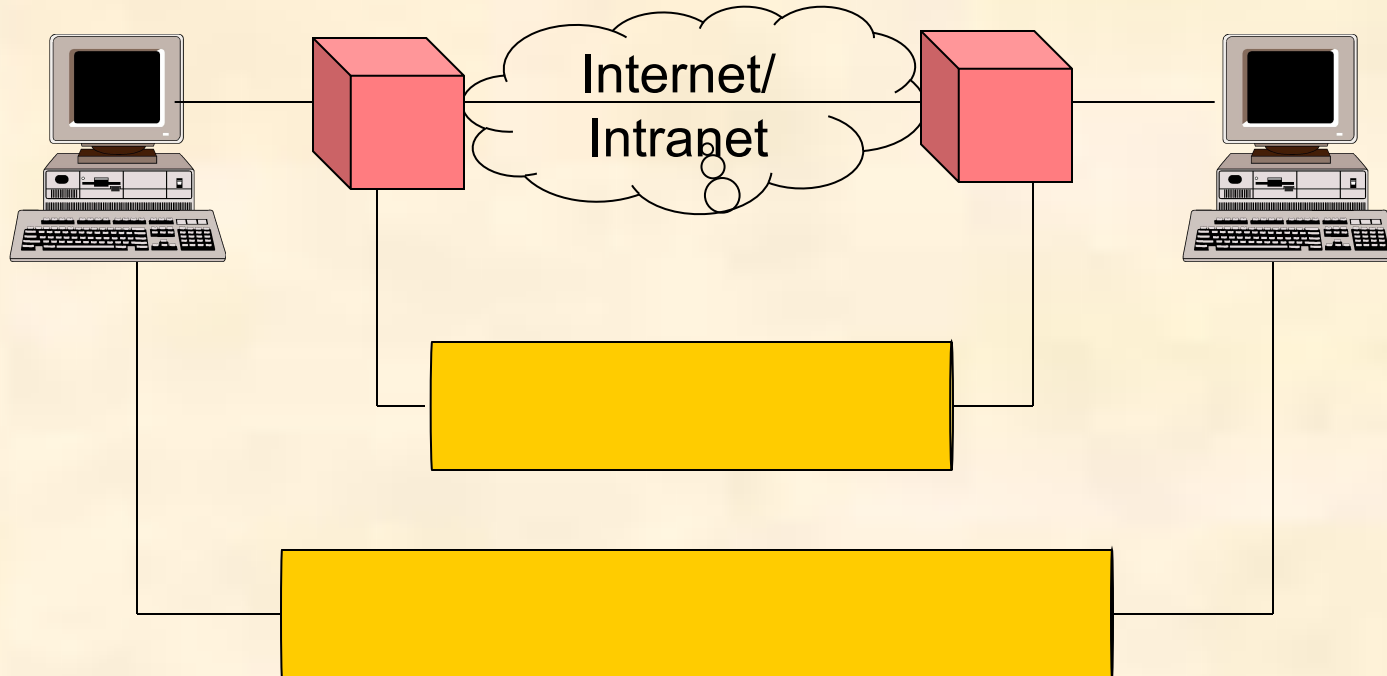


Схема шлюз-шлюз

Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В

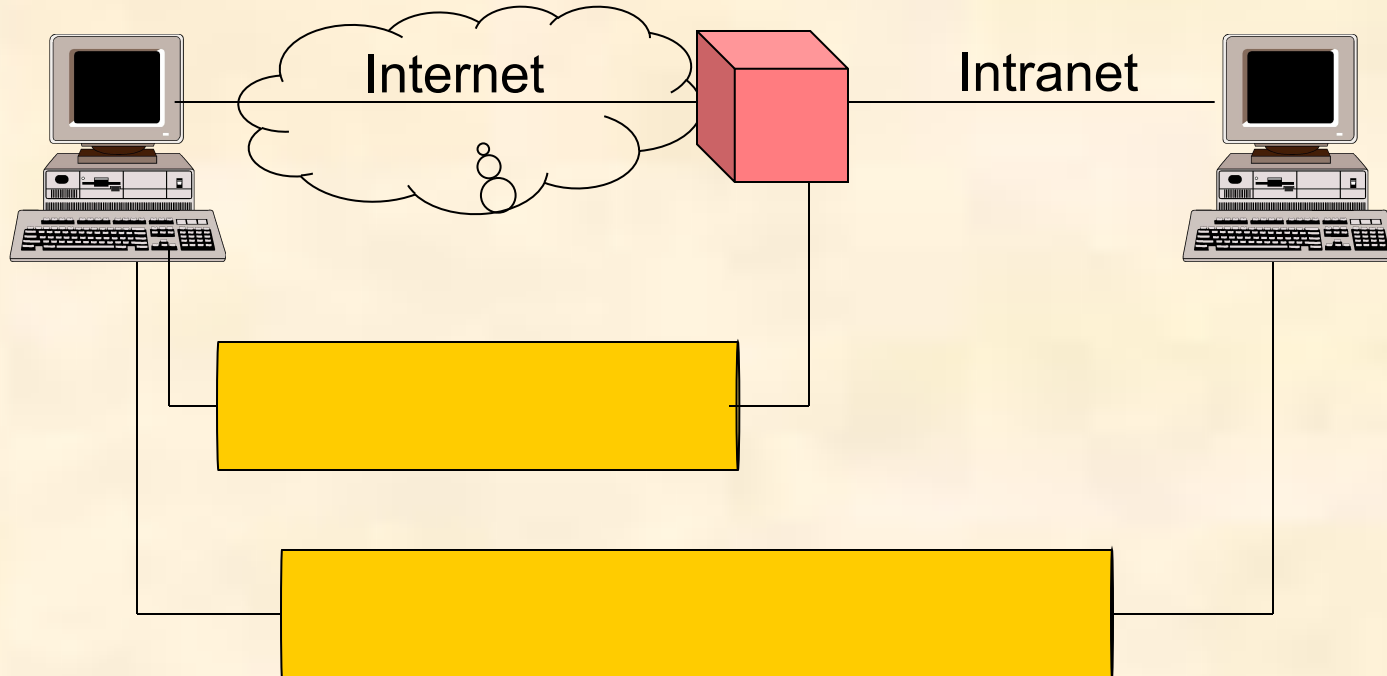


Смешанная схема (вариант 1)

Схемы применения IPSec

Узел А

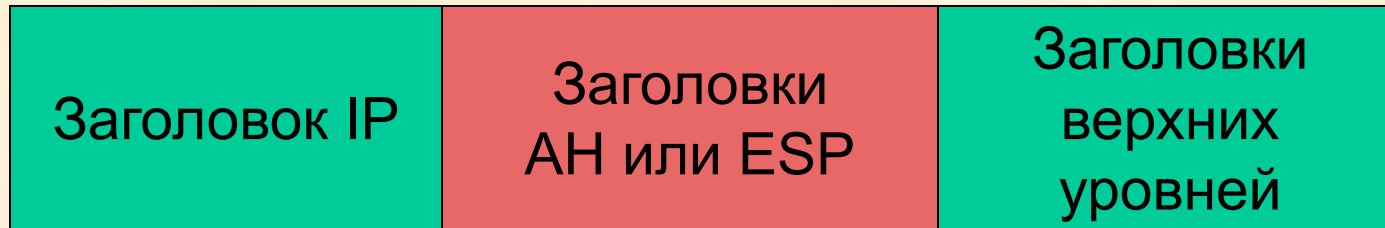
Узел В



Смешанная схема (вариант 2)

Режимы работы IPSec

Транспортный режим



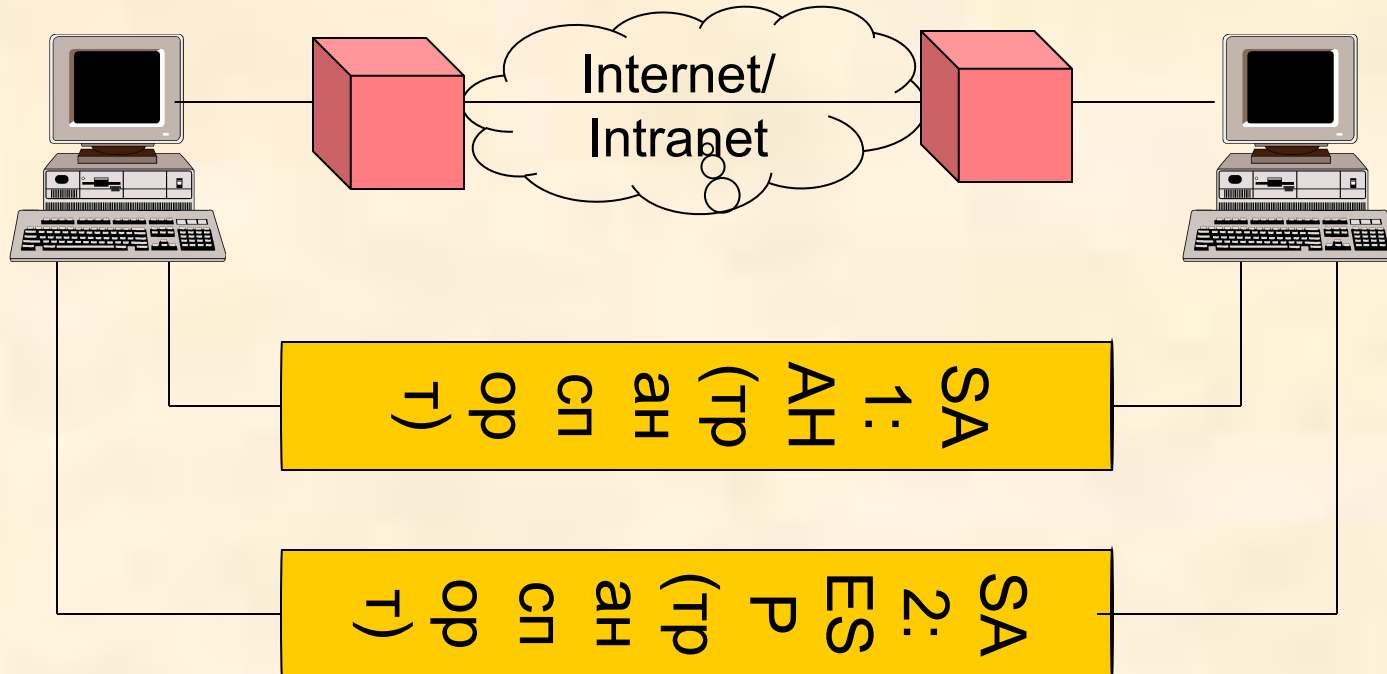
Туннельный режим



Совместное использование SA

Узел А

Узел В

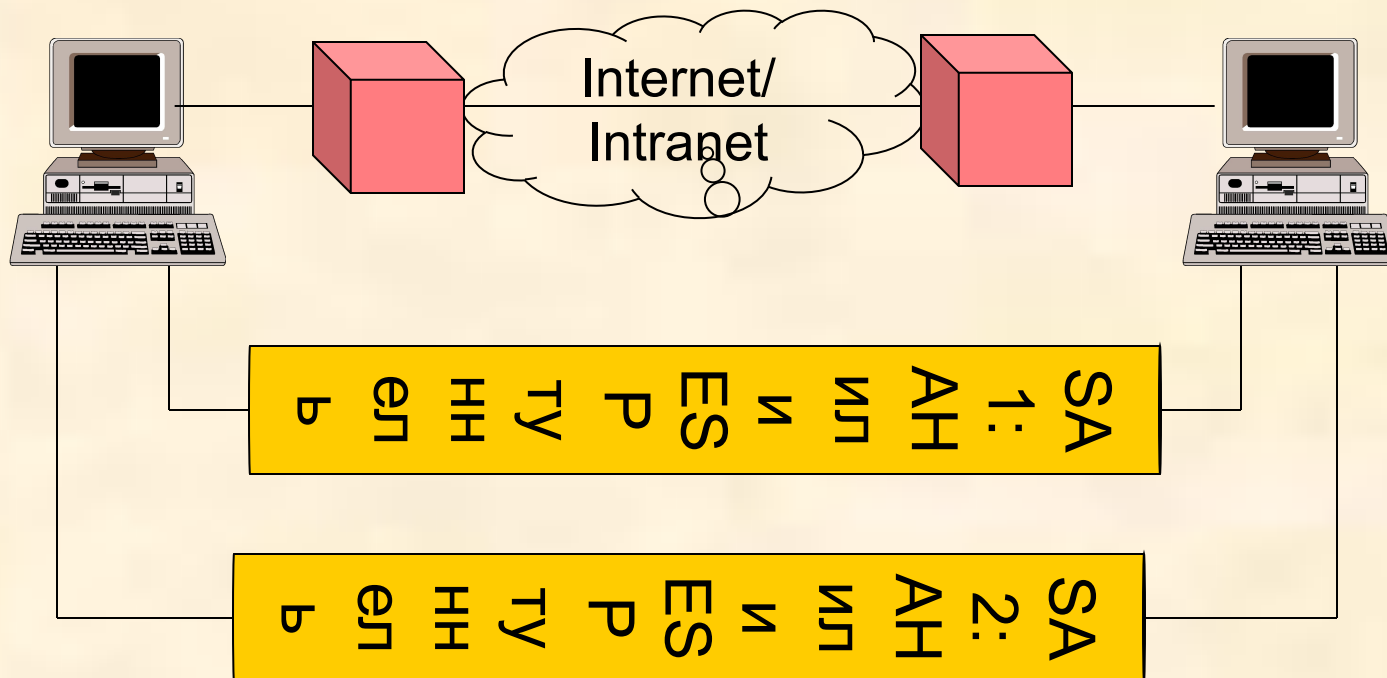


Вариант для транспортного режима

Совместное использование SA

Узел А

Узел В

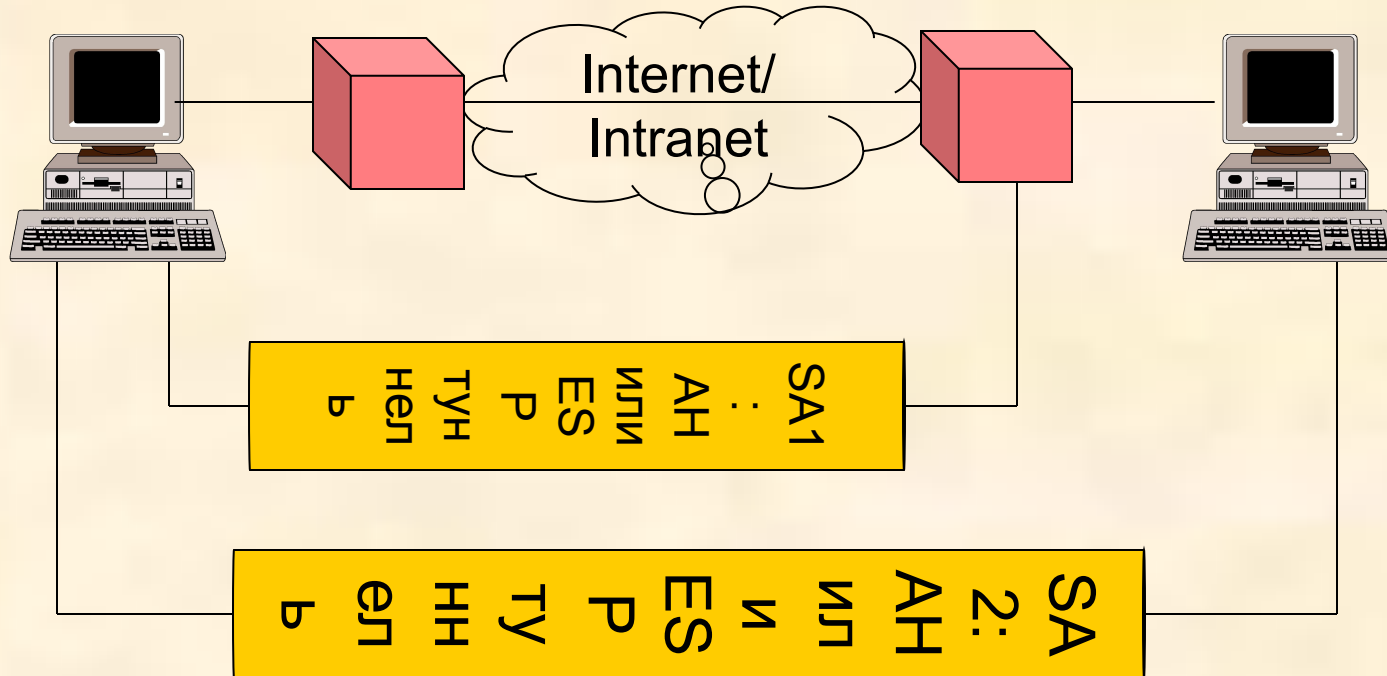


Вариант 1 для туннельного режима

Совместное использование SA

Узел А

Узел В

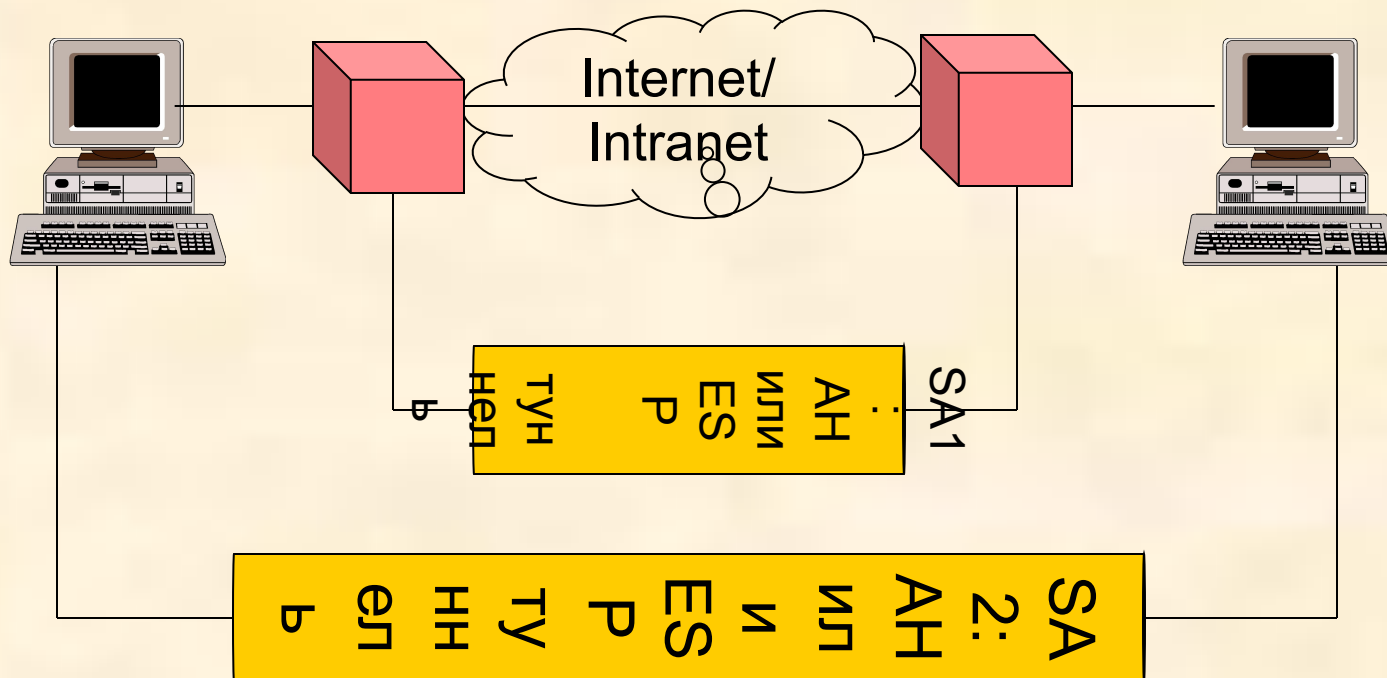


Вариант 2 для туннельного режима

Совместное использование SA

Узел А

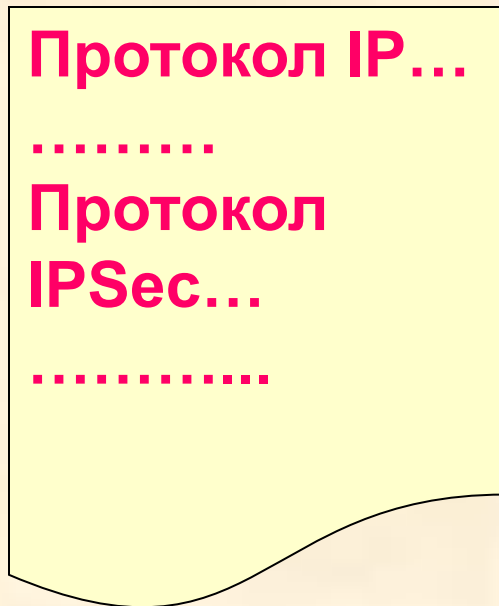
Узел В



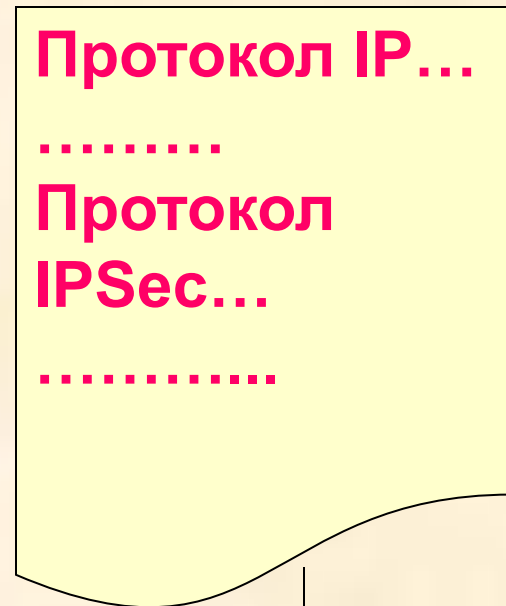
Вариант 3 для туннельного режима

Реализации IPSec

IP (исходный текст)

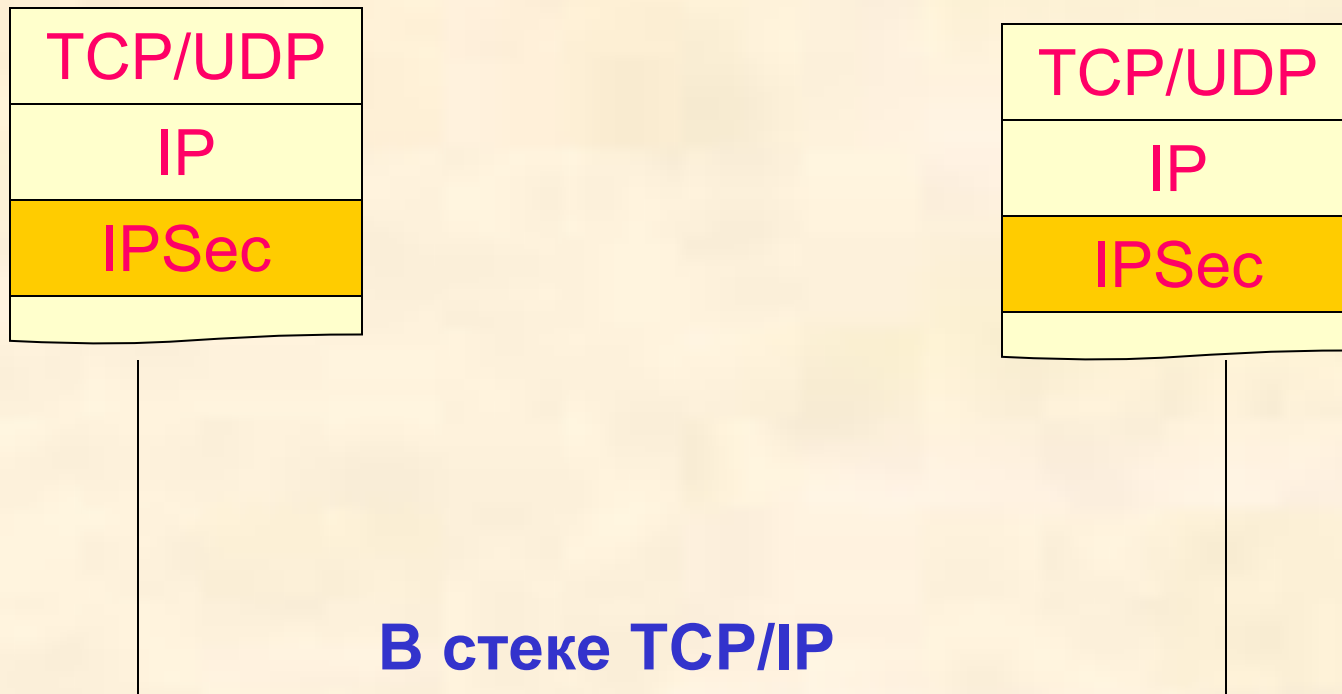


IP (исходный текст)

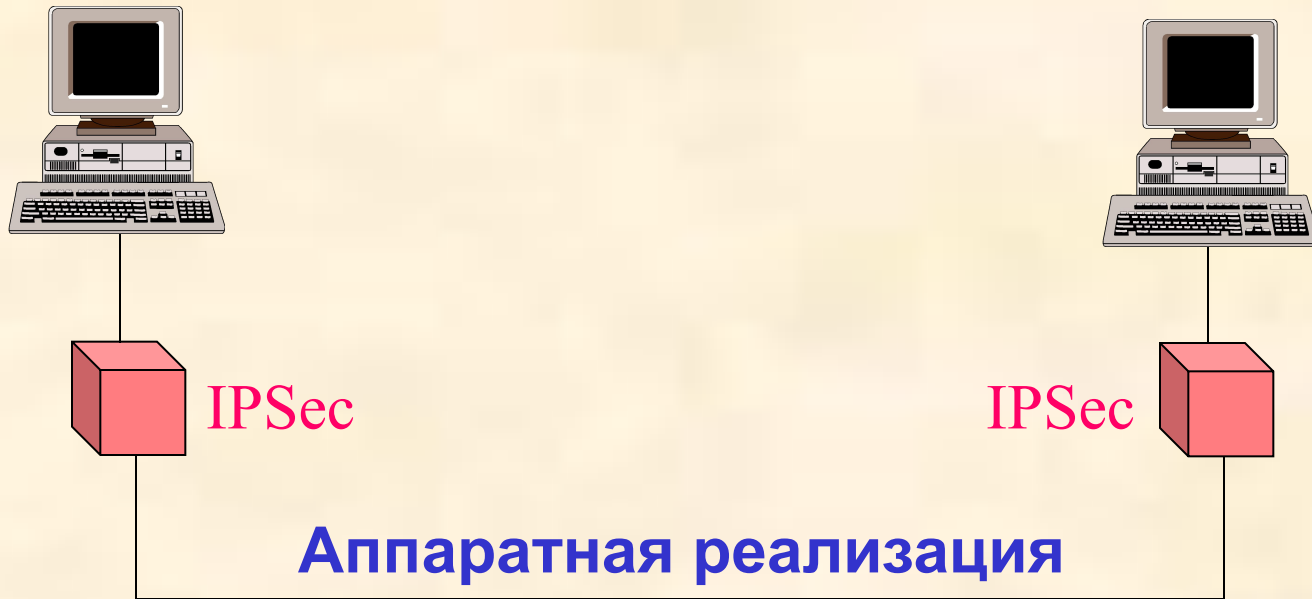


В исходном тексте

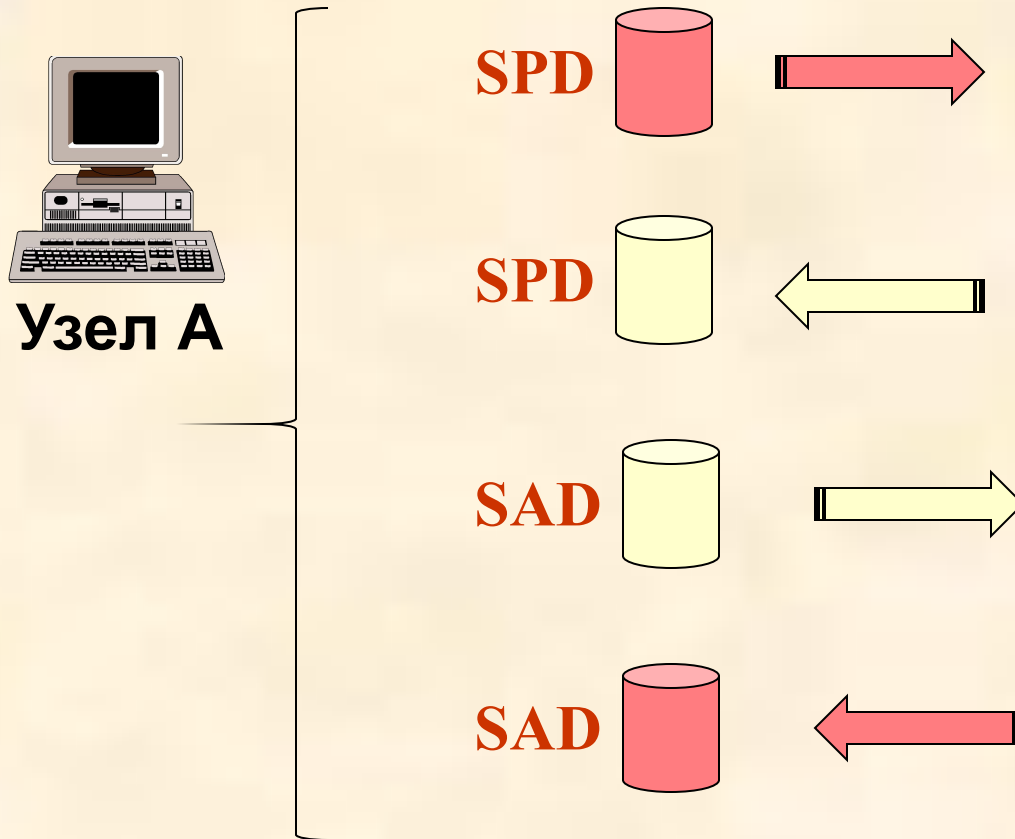
Реализации IPSec



Реализации IPSec

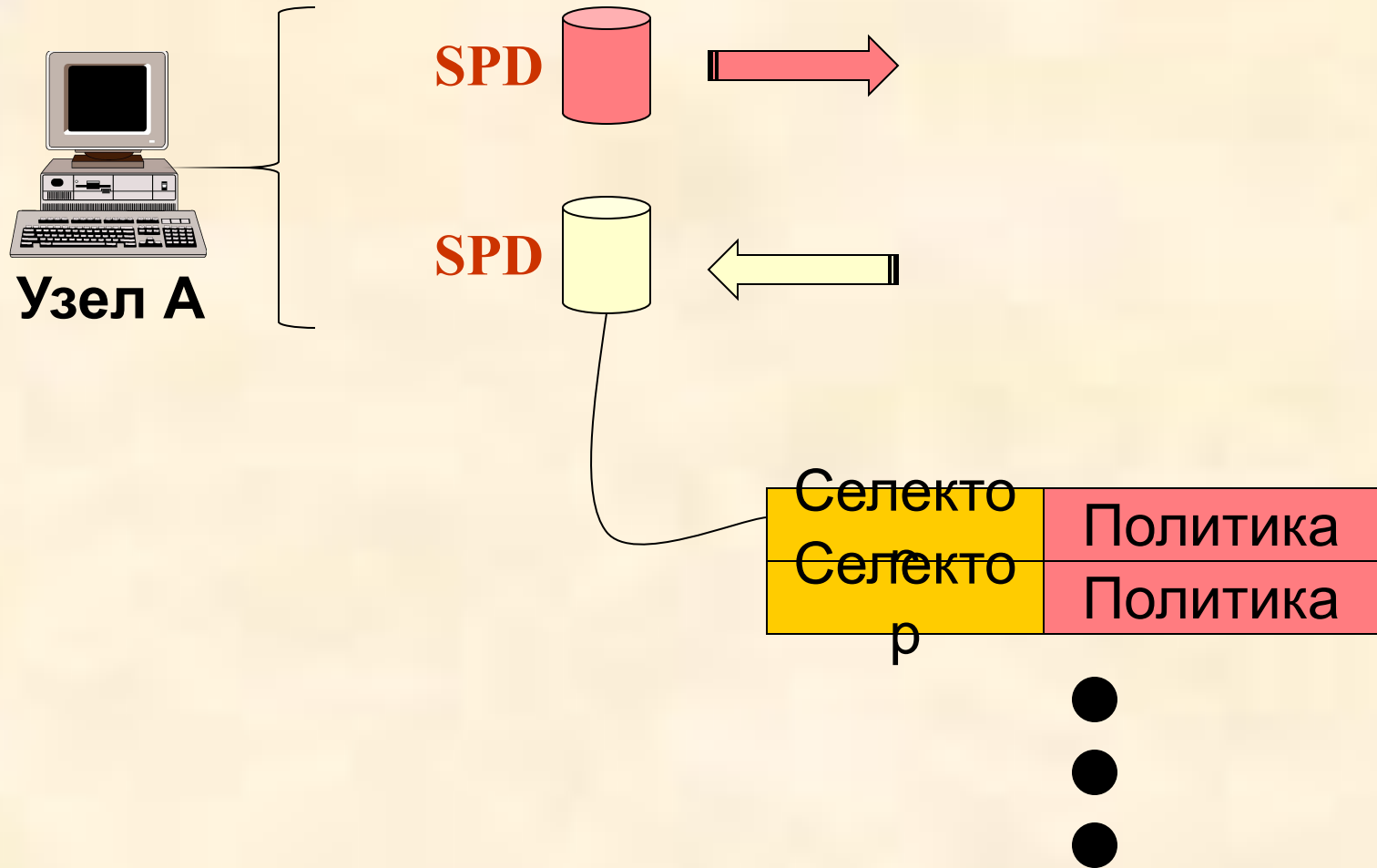


Базы данных IPSec

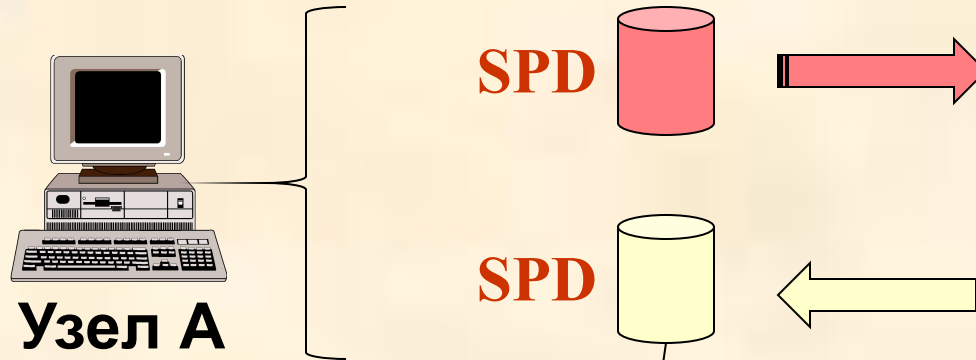


Базы данных SAD и SPD

База данных SPD

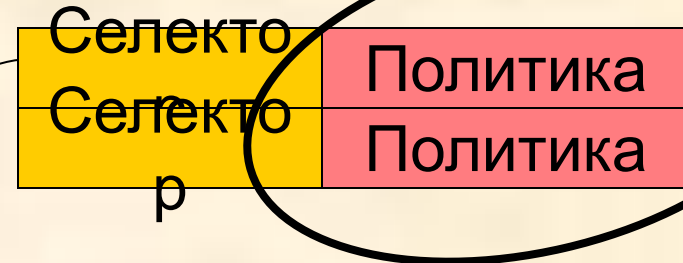


База данных SPD

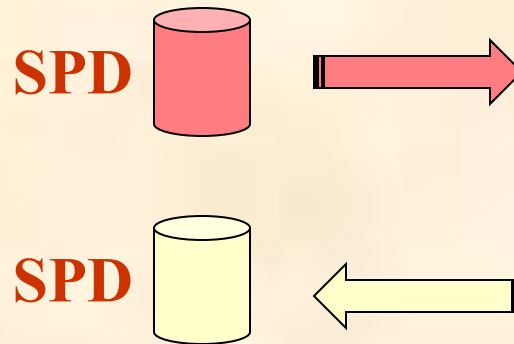


IP-пакет может быть:

- отброшен
- пропущен с применением IPSec
- пропущен без применения IPSec

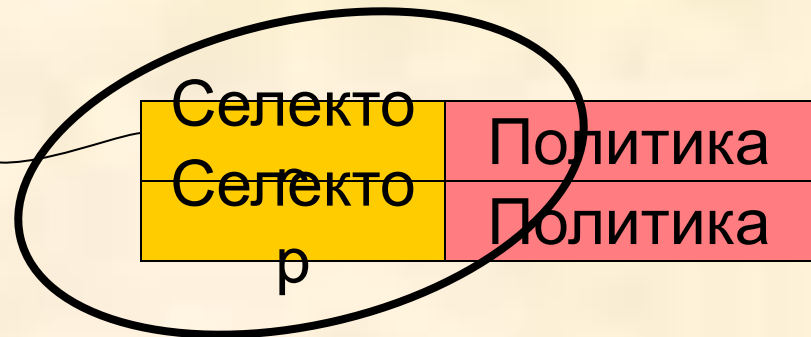


База данных SPD

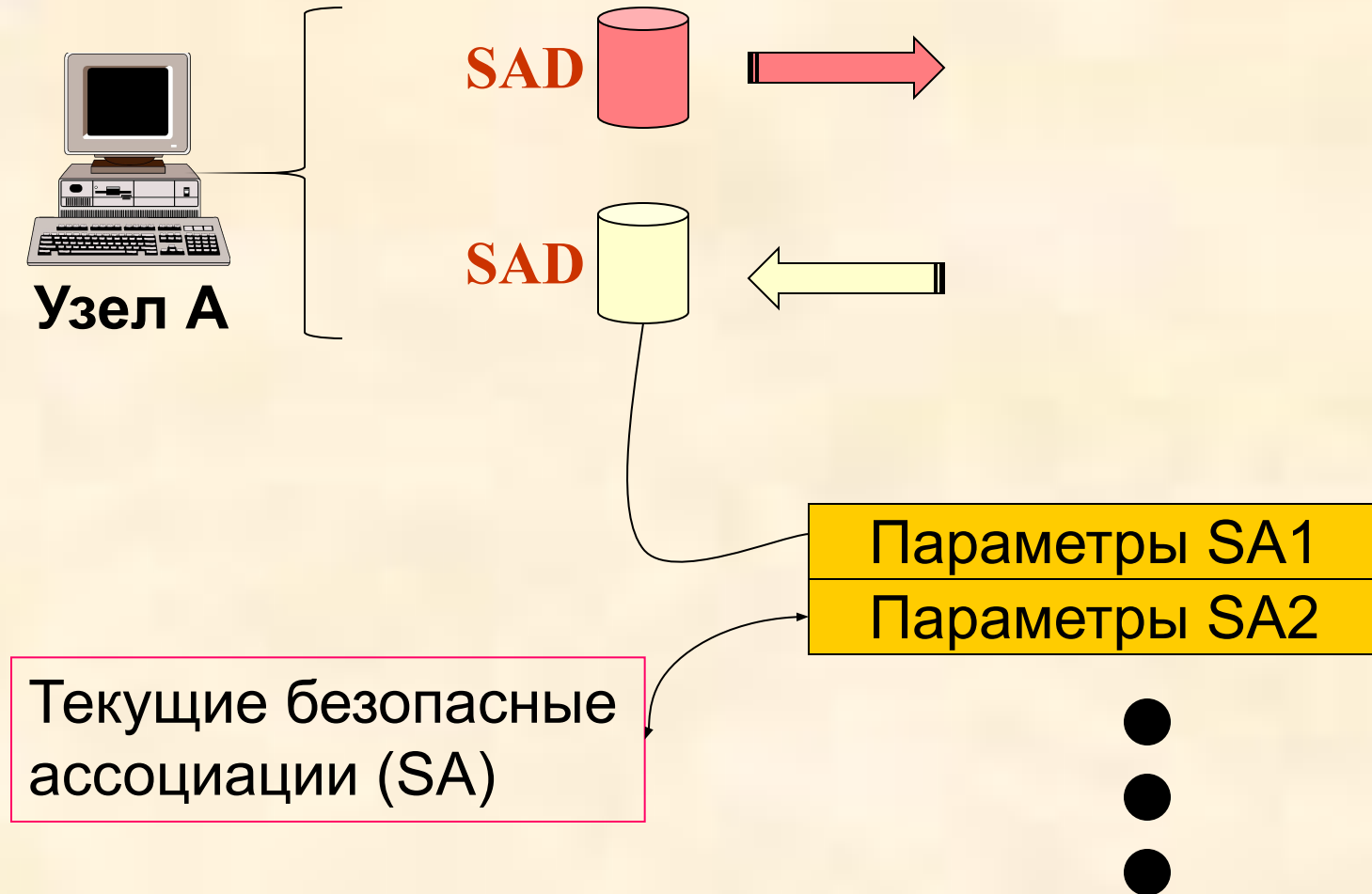


Селектор

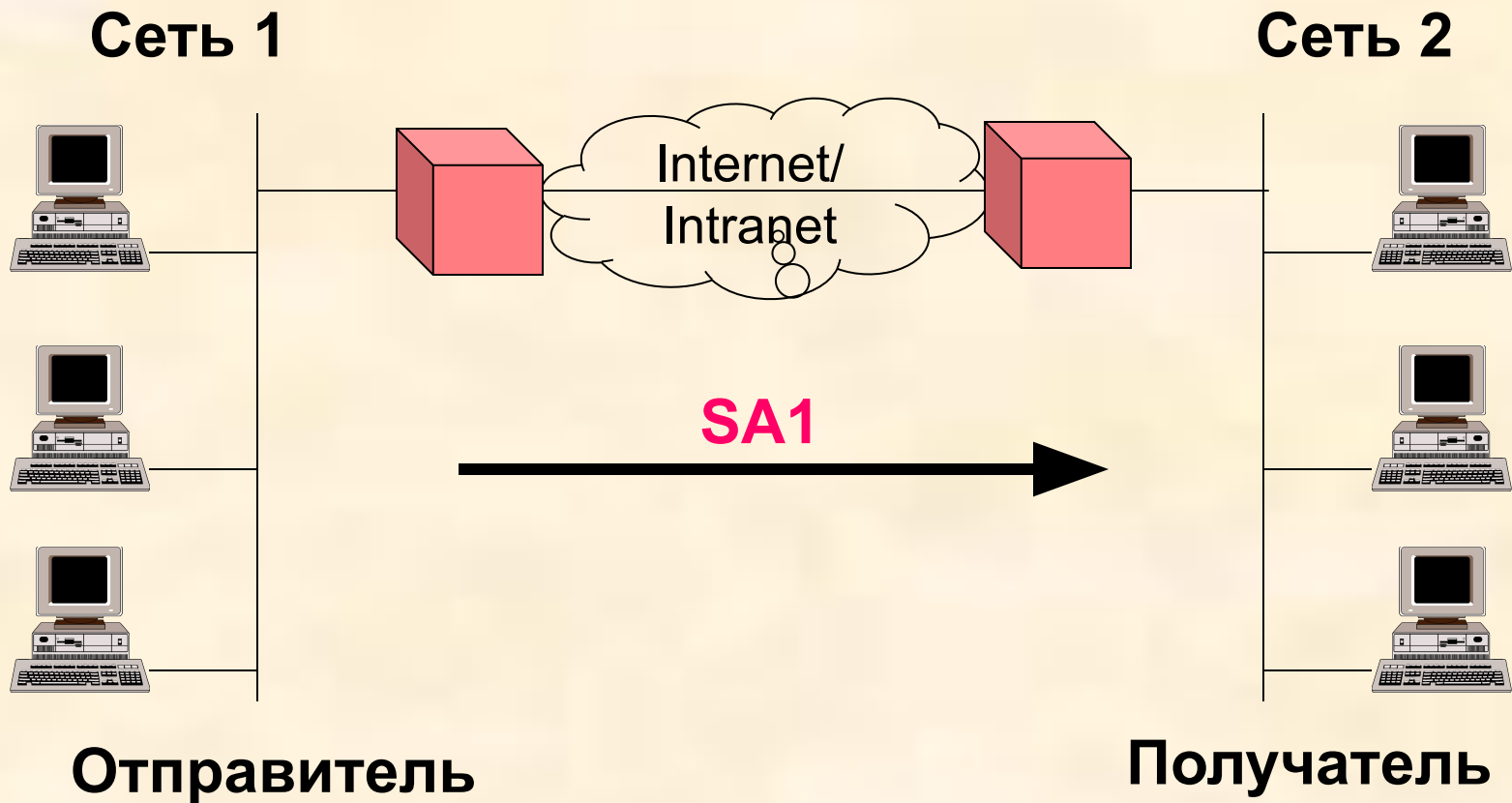
- IP-адрес получателя
- IP-адрес отправителя
- Протокол (TCP или UDP)
- Имя FQDN или X.500
- Порт отправителя
- Порт получателя



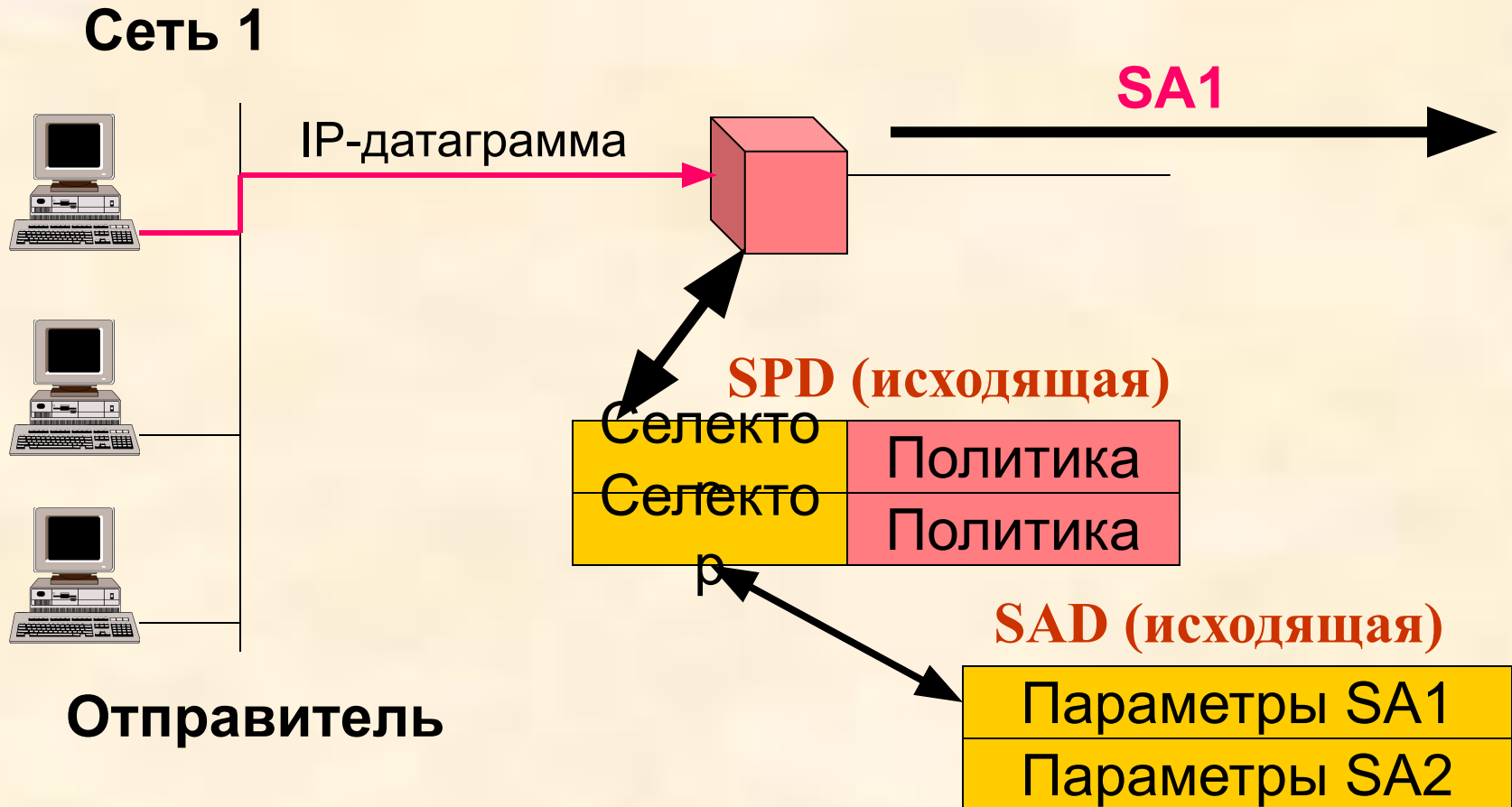
База данных SAD



Пример работы IPSec

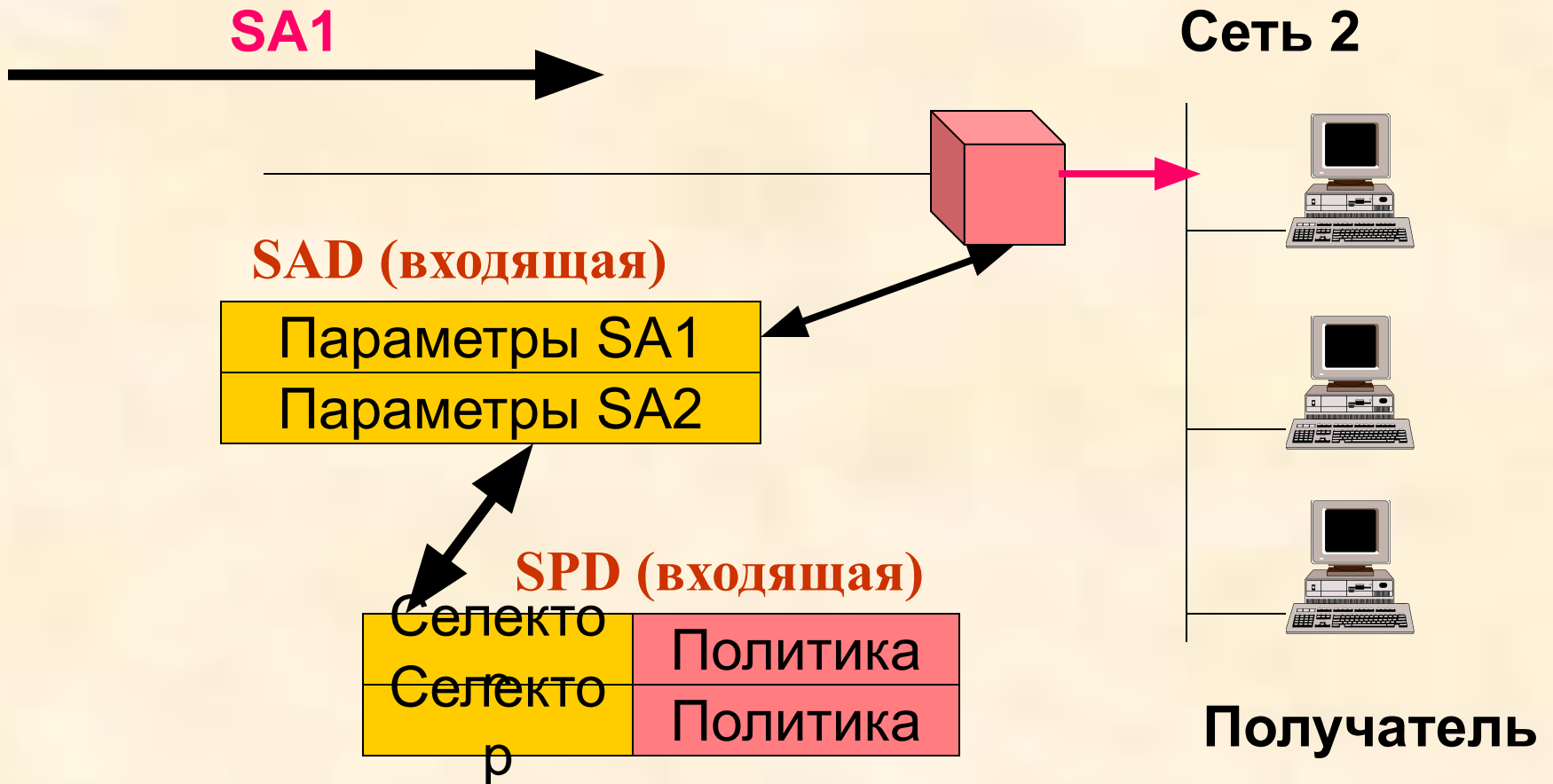


Пример работы IPSec



Отправка пакета

Пример работы IPSec



Получение пакета

Работа протокола IPSec

1



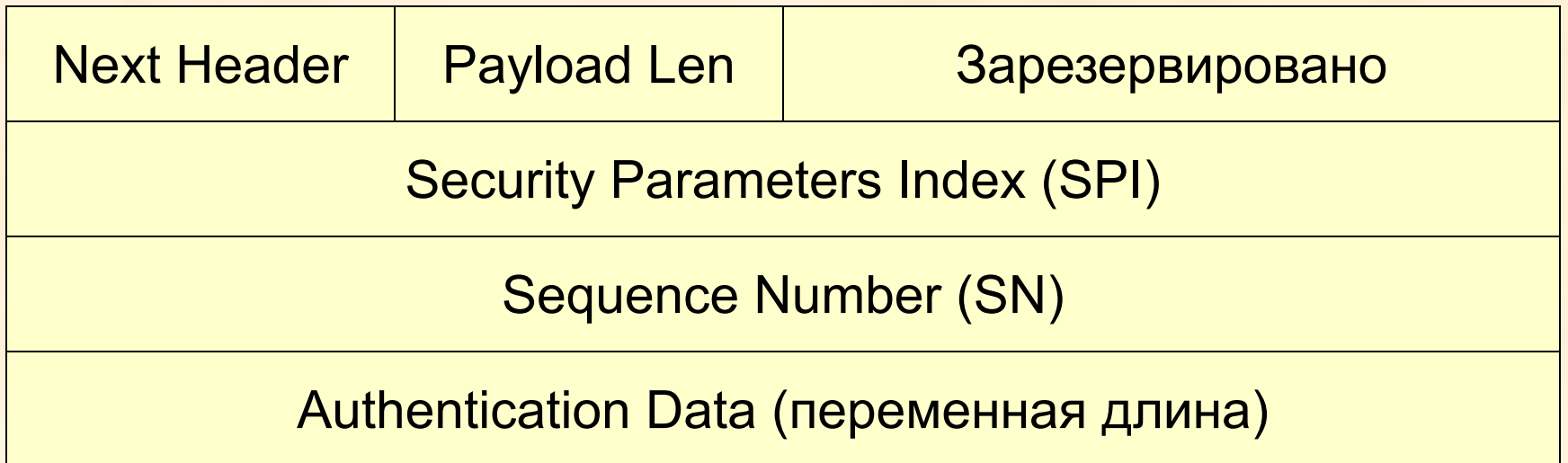
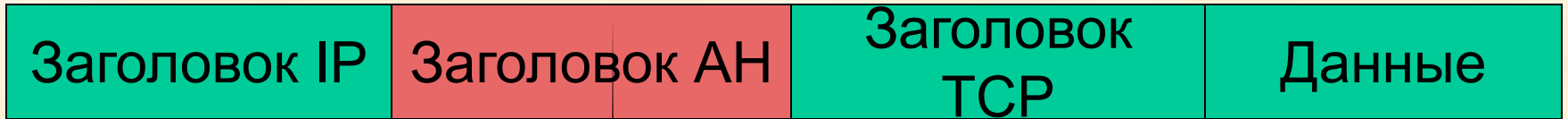
Установление защищенного канала

2



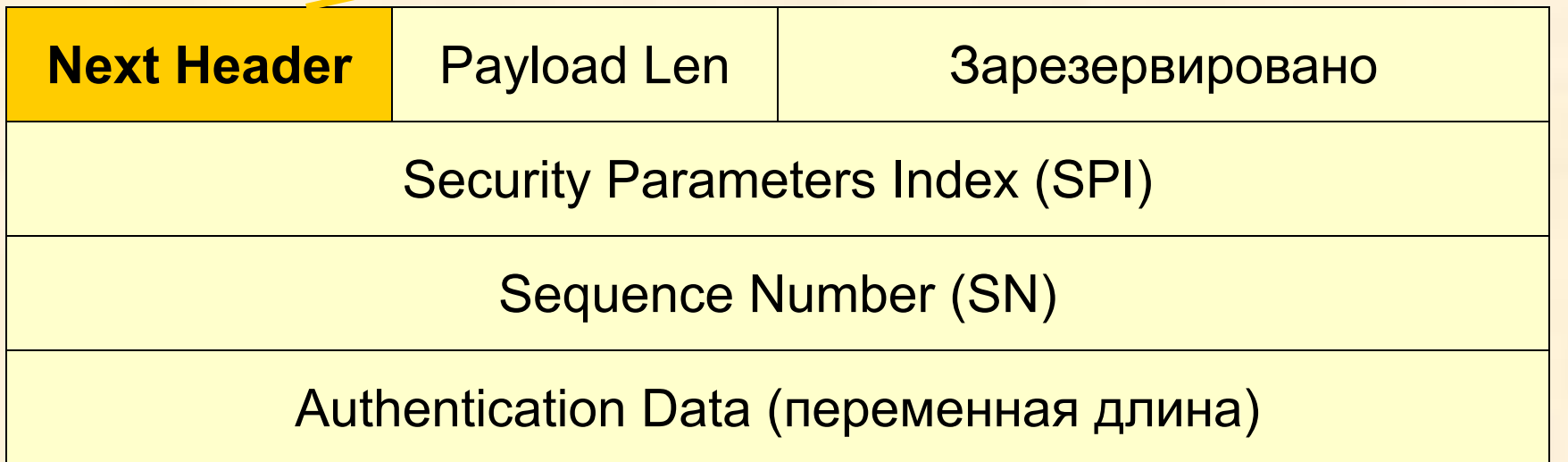
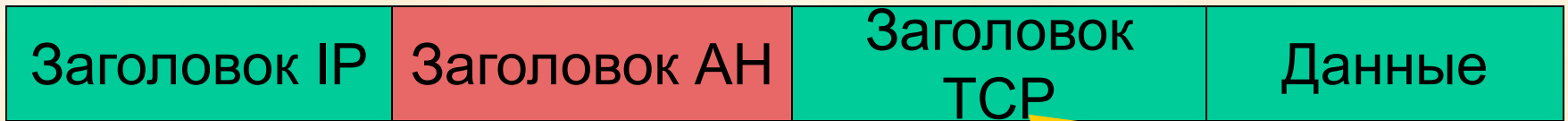
Передача данных

Протокол АН



0 8 16 31

Протокол АН



0

8

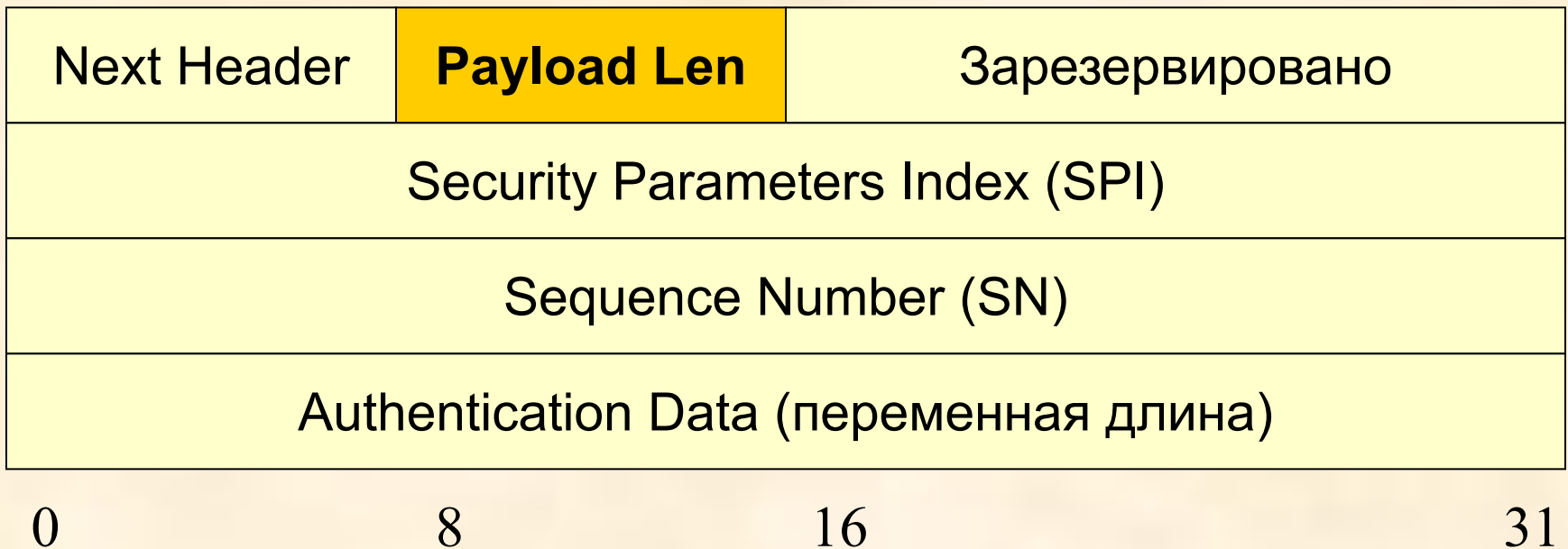
16

31

Поле Next Header

Протокол АН

Длина



Поле Payload Len

Протокол АН



Метка безопасной ассоциации

Next Header	Payload Len	Зарезервировано
Security Parameters Index (SPI)		
Sequence Number (SN)		
Authentication Data (переменная длина)		

0

8

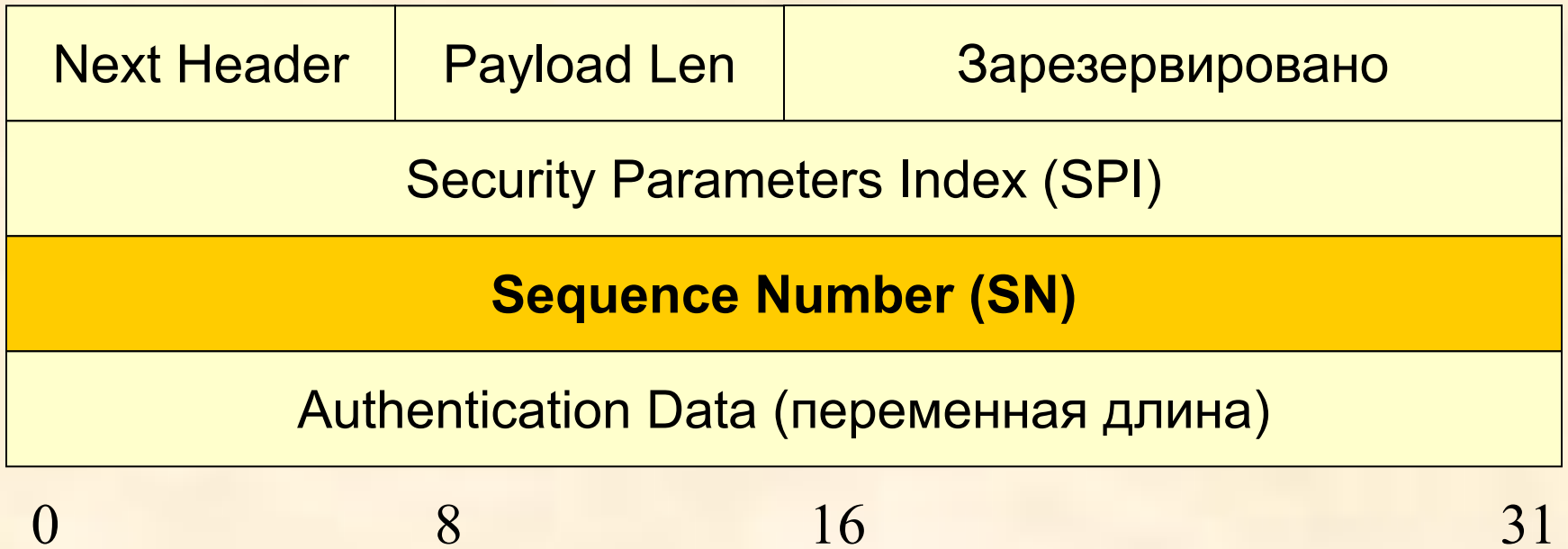
16

31

Поле SPI

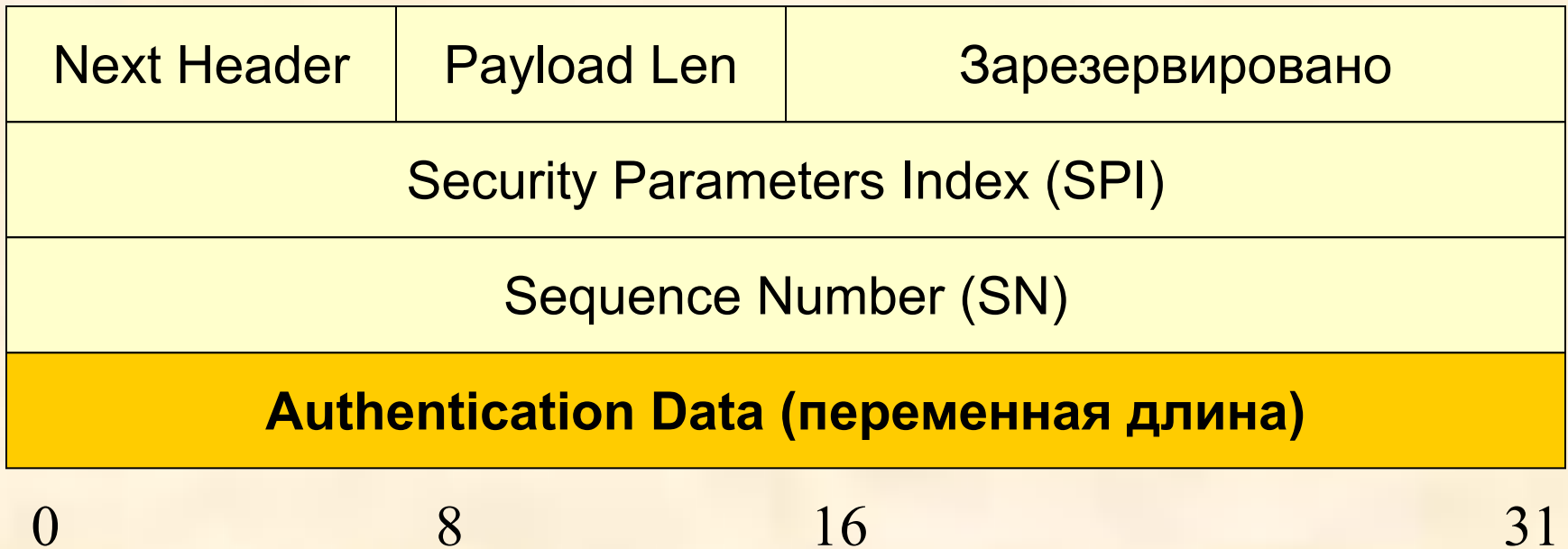
Протокол АН

└ Нарастивается для каждого
следующего пакета



Поле SN

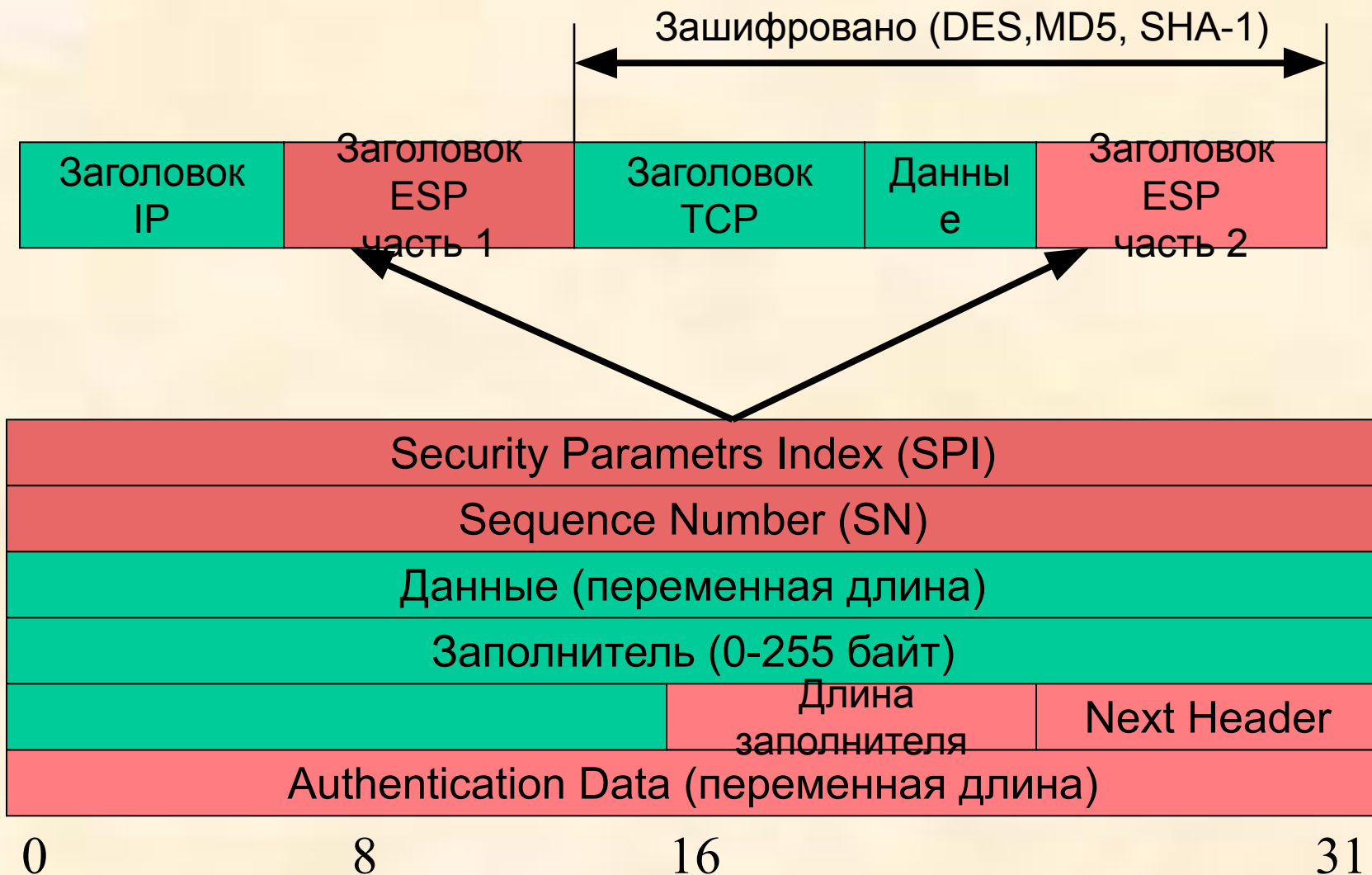
Протокол АН



хэш-функция (содержимое пакета,
симметричный секретный ключ)

Поле Authentication Data

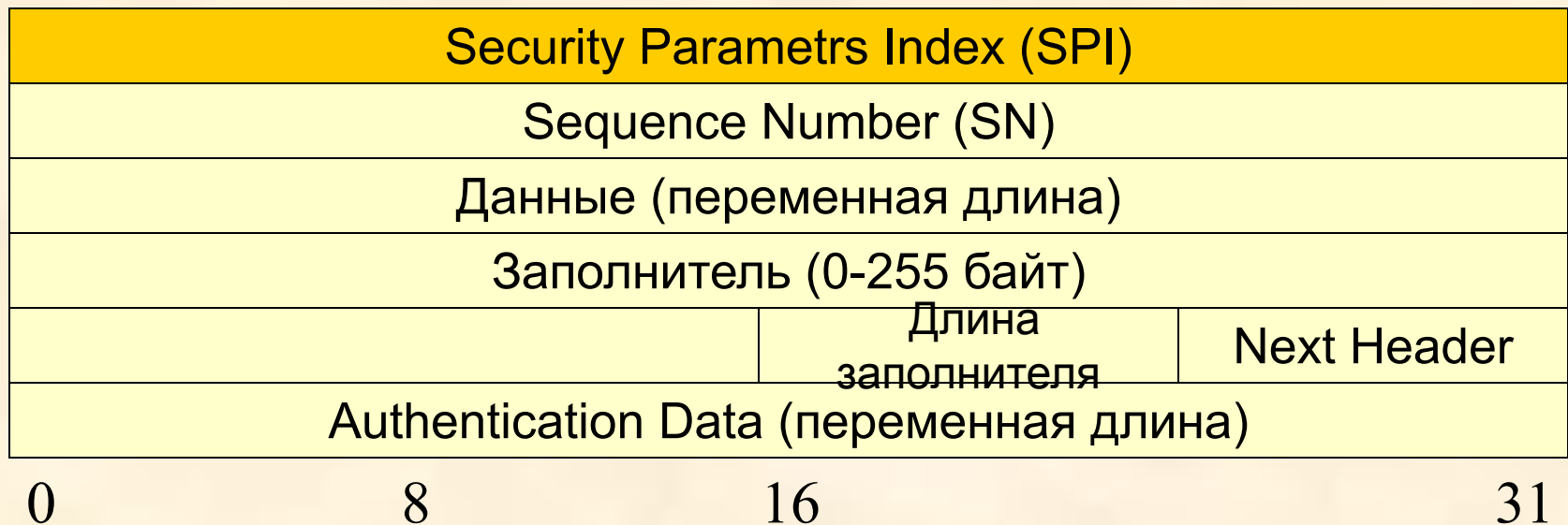
Протокол ESP



Протокол ESP



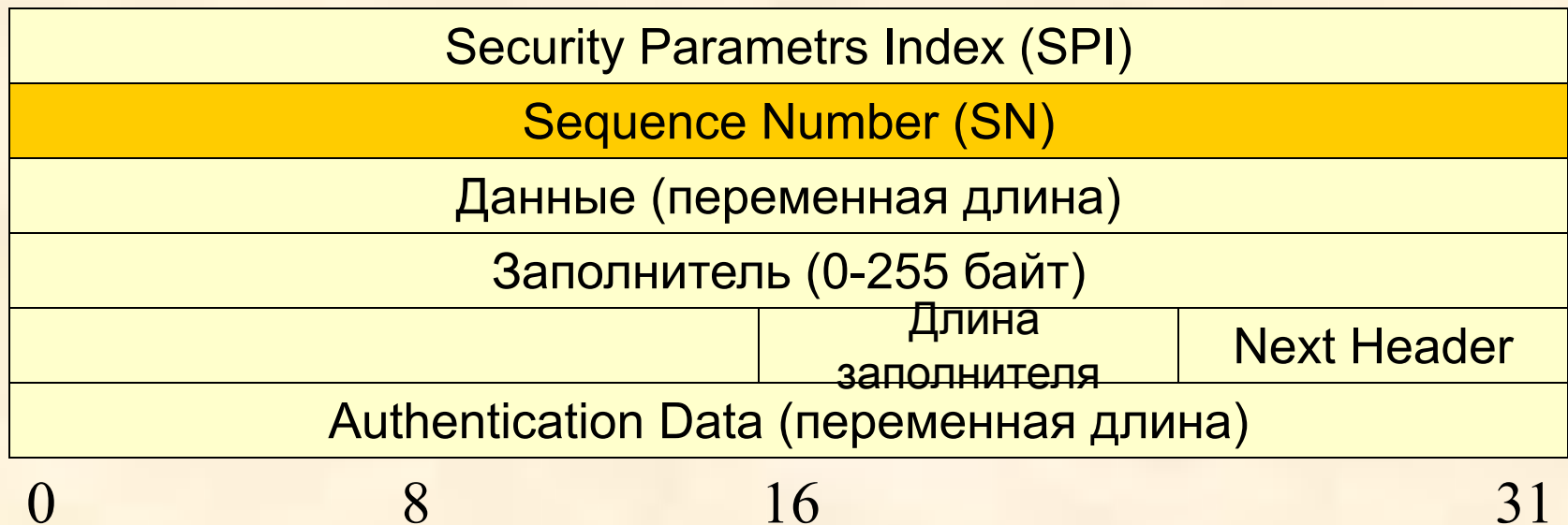
Метка безопасной ассоциации



Поле SPI

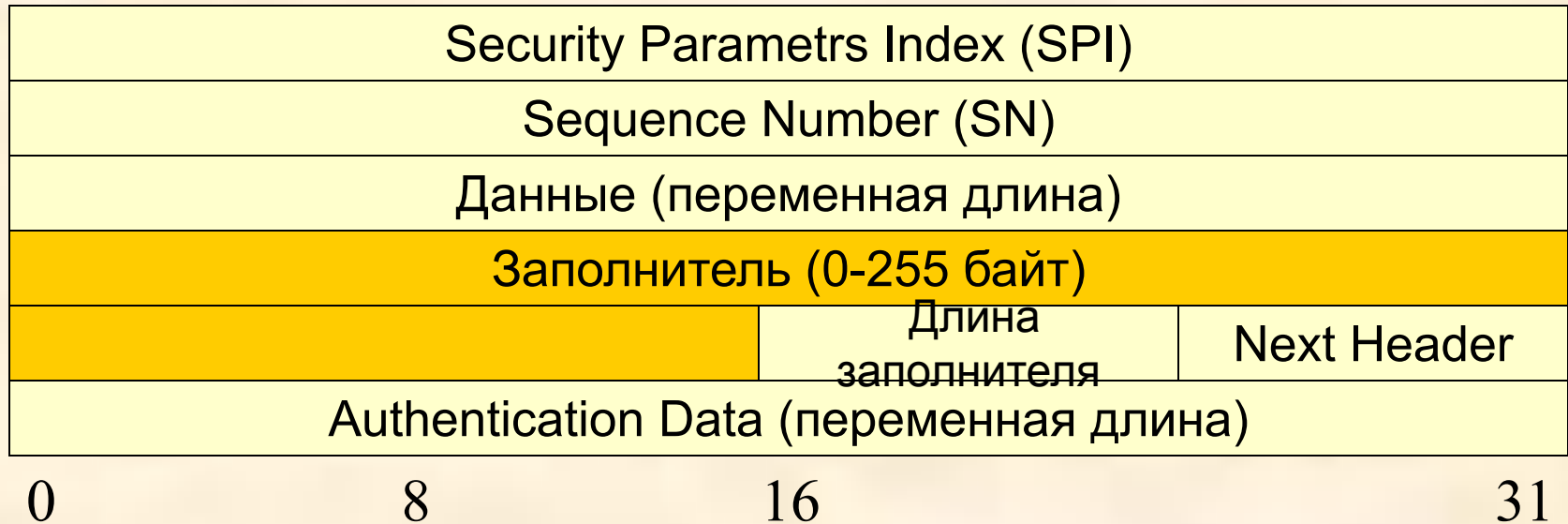
Протокол ESP

- └ Нарастивается для каждого следующего пакета



Поле SN

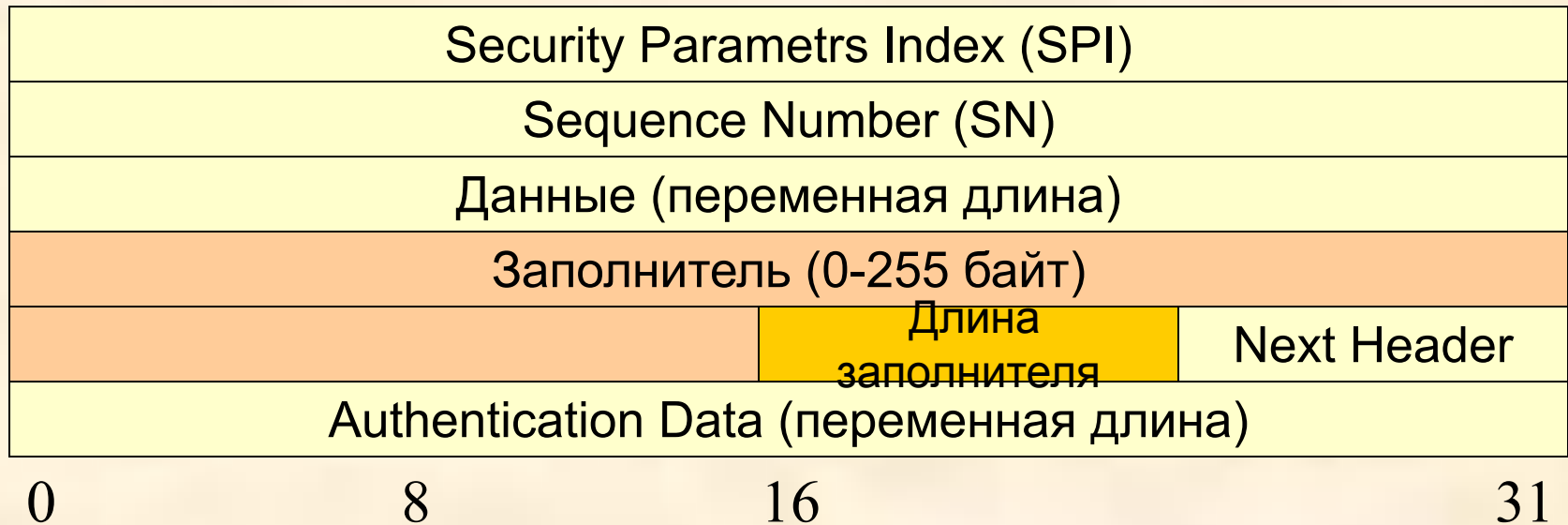
Протокол ESP



- ✓ Для правильной работы алгоритмов шифрования
- ✓ Для намеренного искажения размера пакета

Поле заполнителя

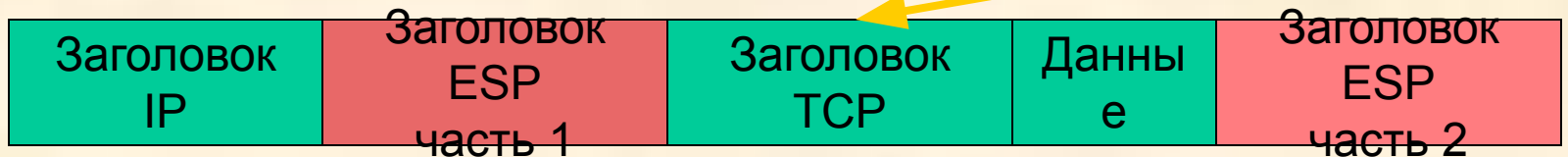
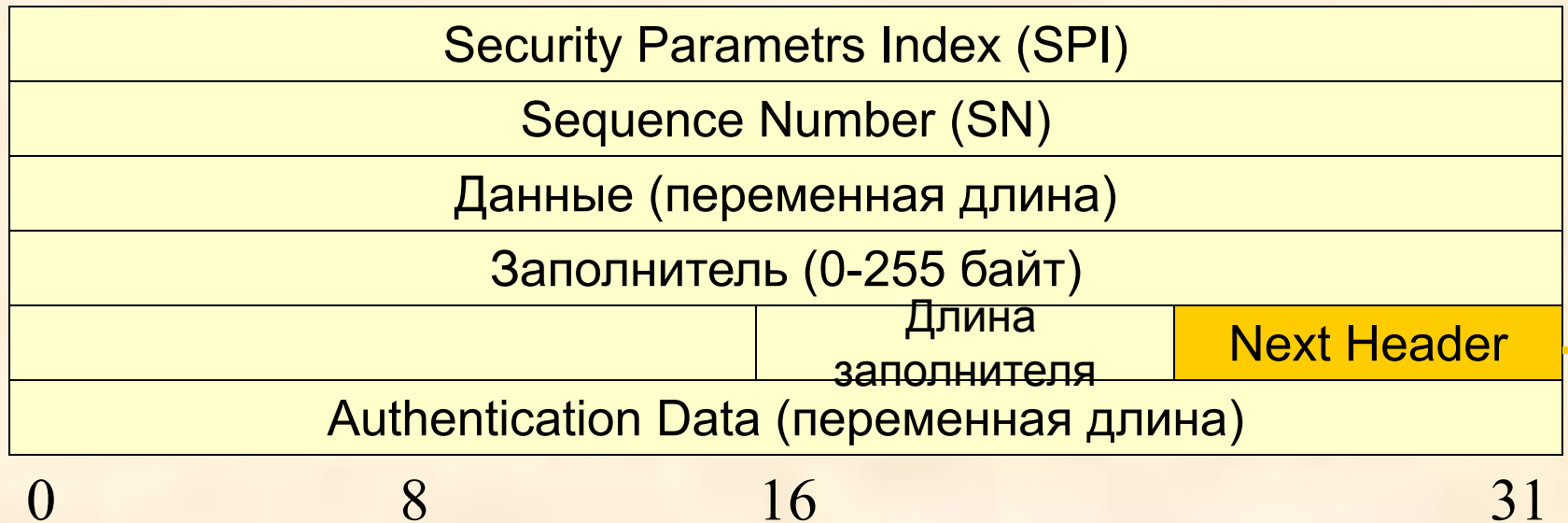
Протокол ESP



Длина заполнителя в байтах

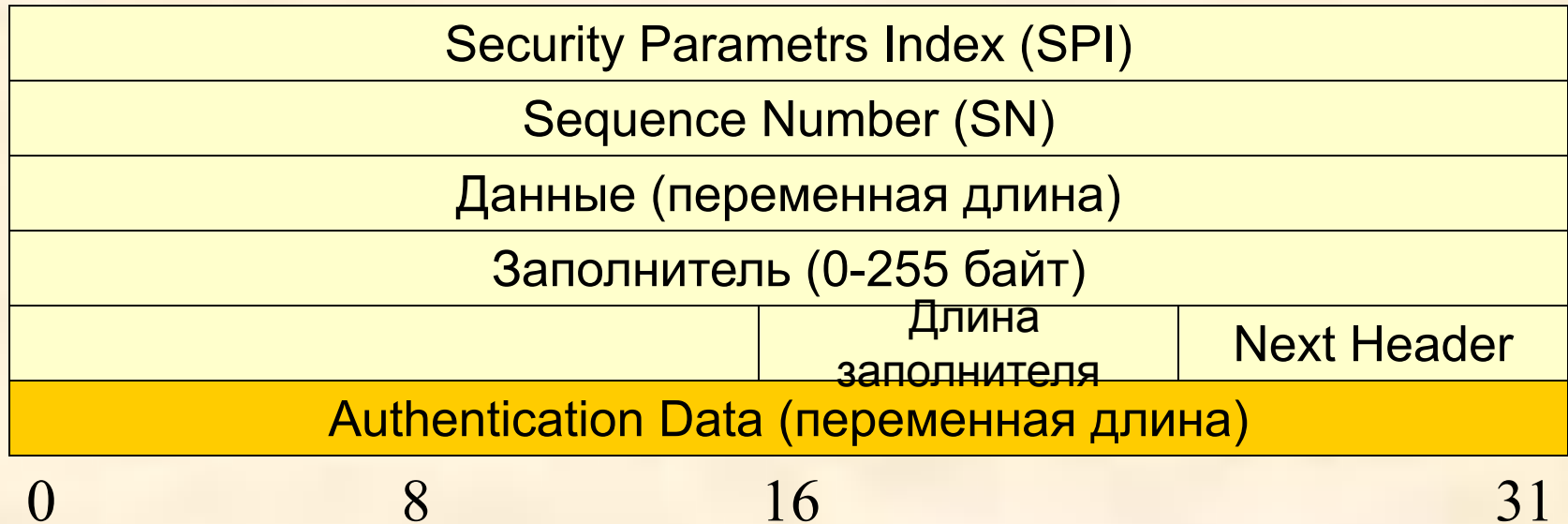
Поле длины заполнителя

Протокол ESP



Поле Next Header

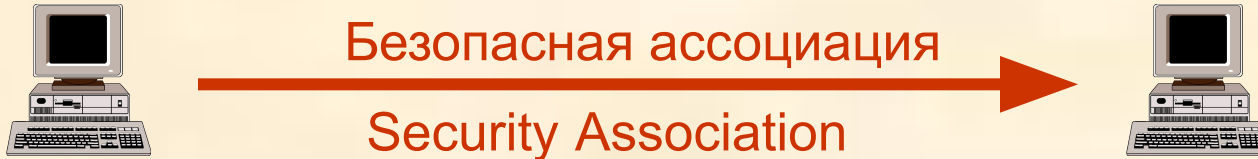
Протокол ESP



хэш-функция (содержимое пакета,
симметричный секретный ключ)

Поле Authentication Data

Протокол IKE



- ✓ 32-разрядный индекс SPI
- ✓ IP- адрес узла назначения
- ✓ идентификатор протокола защиты (AH или ESP)

Безопасная ассоциация

Протокол IKE

Фаза 1

- Установление защищенного соединения для процедуры обмена (IKE SA)

Фаза 2

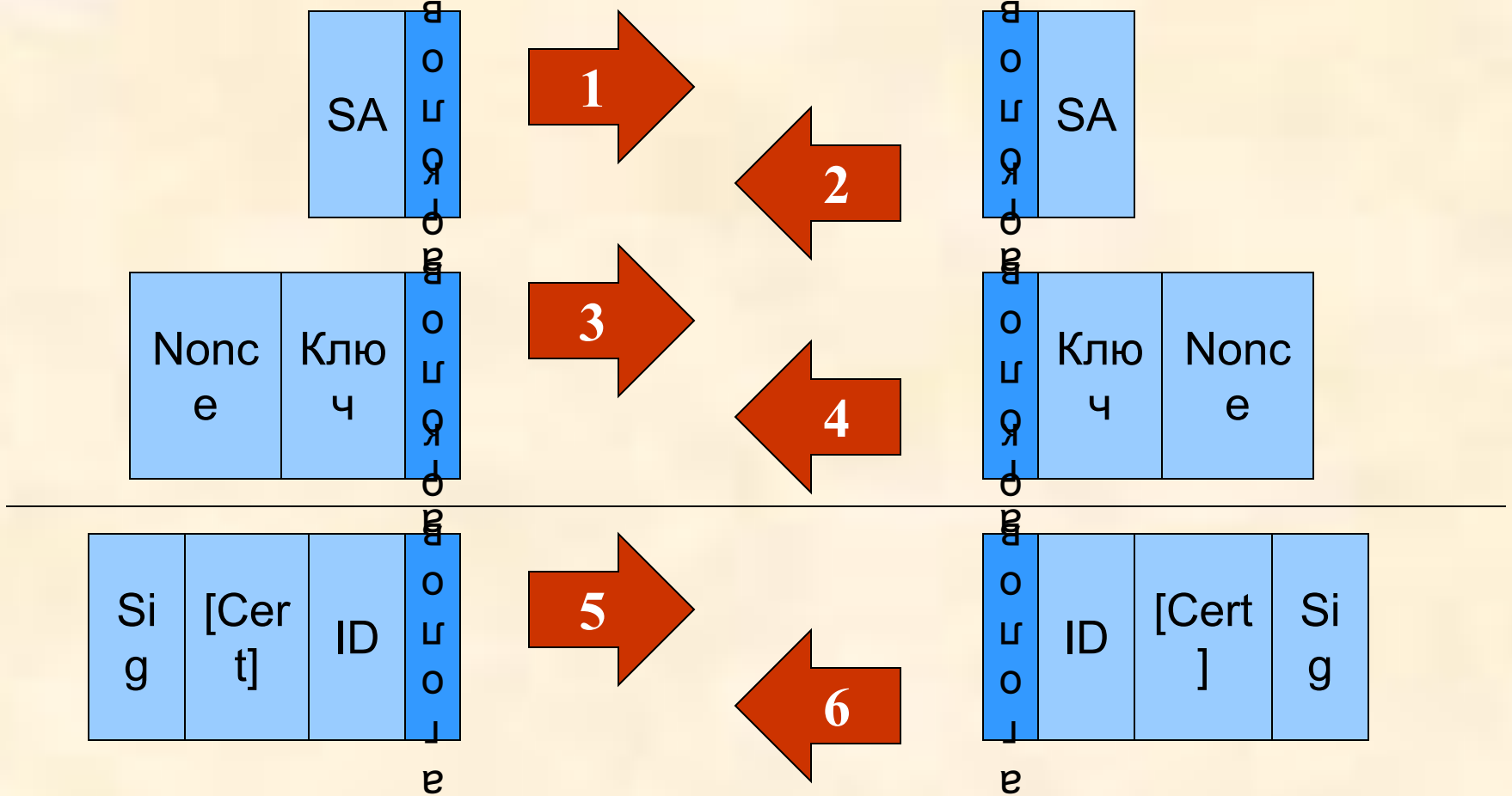
- Согласование всех параметров, ассоциируемых с общим каналом SA

Этапы функционирования протокола IKE

Протокол IKE (фаза 1)

Иницилирующая сторона

Отвечающая сторона



Основной режим установления канала IKE SA

Протокол IKE (фаза 1)

The screenshot displays the Microsoft Network Monitor interface for a captured IKE packet. The packet list shows six frames, with the sixth frame (time 26.347886) selected. The details pane shows the following structure:

- FRAME: Base frame properties
- ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
- IP: ID = 0x7AB9; Proto = UDP; Len: 160
- UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 140 (0x8C)
- ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 132**
- ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28
- ISAKMP: Responder cookie = 00 00 00 00 00 00 00 00
- ISAKMP: Next payload = Security Association
- ISAKMP: Major version = 1 (0x1)
- ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)
- ISAKMP: Exchange type = Identity Protection
- ISAKMP: Flags summary = 0 (0x0)
- ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)
- ISAKMP: Length = 132 (0x84)
- ISAKMP: Payload type = Security Association
- ISAKMP: Payload type = Vendor ID

At the bottom of the details pane, it shows "Summary of the ISAKMP Packet", "F#: 2/21", and "Off: 42 (x)".

Initiator Cookie

SA

Vendor ID



Протокол IKE (фаза 1)

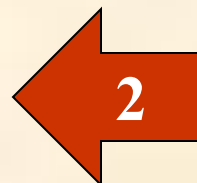
Frame	Time	Src MAC Addr	Dst MAC Addr	Protocol	Description
2	26.317843	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
3	26.317843	0050BF7C791C	NETRON934D1E	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
4	26.327858	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
5	26.327858	0050BF7C791C	NETRON934D1E	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
6	26.347886	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir

```
FRAME: Base frame properties
ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
IP: ID = 0x7AB9; Proto = UDP; Len: 160
UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 140 (0x8C)
ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 132
  ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28
  ISAKMP: Responder cookie = 00 00 00 00 00 00 00 00
  ISAKMP: Next payload = Security Association
  ISAKMP: Major version = 1 (0x1)
  ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)
  ISAKMP: Exchange type = Identity Protection
  ISAKMP: Flags summary = 0 (0x0)
  ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)
  ISAKMP: Length = 132 (0x84)
  ISAKMP: Payload type = Security Association
  ISAKMP: Payload type = Vendor ID
```

Responder Cookie

SA

Vendor ID



Протокол IKE (фаза 1)

Frame	Time	Src MAC Addr	Dst MAC Addr	Protocol	Description
2	26.317843	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
3	26.317843	0050BF7C791C	NETRON934D1E	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
4	26.327858	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
5	26.327858	0050BF7C791C	NETRON934D1E	ISAKMP	Major Version: 1 Mir
6	26.347886	NETRON934D1E	0050BF7C791C	ISAKMP	Major Version: 1 Mir

```

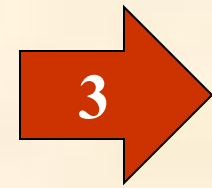
+FRAME: Base frame properties
+ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
+IP: ID = 0x7AD0; Proto = UDP; Len: 276
+UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 256 (0x100)
-ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 248
  ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28
  ISAKMP: Responder cookie = 26 B0 0F D9 DF 18 41 E4
  ISAKMP: Next payload = Key Exchange
  ISAKMP: Major version = 1 (0x1)
  ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)
  ISAKMP: Exchange type = Identity Protection
+ISAKMP: Flags summary = 0 (0x0)
  ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)
  ISAKMP: Length = 248 (0xF8)
+ISAKMP: Payload type = Key Exchange
+ISAKMP: Payload type = Nonce
+ISAKMP: Payload type = Certificate Request

```

Открытый ключ

Случайное число

Запрос сертификата



Протокол IKE (фаза 1)

Microsoft Network Monitor - [C:\IKE.cap (Summary)]

File Edit Display Tools Options Window Help

Option	Src Other Addr	Dst Other Addr	T
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	200.0.0.203	192.168.192.1	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	200.0.0.203	192.168.192.1	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I

FRAME: Base frame properties

ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol

IP: ID = 0xDD89; Proto = UDP; Len: 276

UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 256 (0x100)

ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 248

ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28

ISAKMP: Responder cookie = 26 B0 0F D9 DF 18 41 E4

ISAKMP: Next payload = Key Exchange

ISAKMP: Major version = 1 (0x1)

ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)

ISAKMP: Exchange type = Identity Protection

ISAKMP: Flags summary = 0 (0x0)

ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)

ISAKMP: Length = 248 (0xF8)

ISAKMP: Payload type = Key Exchange

ISAKMP: Payload type = Nonce

ISAKMP: Payload type = Certificate Request

Summary of the ISAKMP Packet F#: 5/21 Off: 42 (x)

Открытый ключ

Случайное число

Запрос сертификата



Протокол IKE (фаза 1)

Microsoft Network Monitor - [C:\IKE.cap (Summary)]

Description	Src Other Addr	Dst Other Addr	T
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	200.0.0.203	192.168.192.1	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	200.0.0.203	192.168.192.1	I
Version: 1 Minor Version: 0 Length:...	192.168.192.1	200.0.0.203	I

+

- FRAME: Base frame properties
- ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
- IP: ID = 0x7B9D; Proto = UDP; Len: 968
- UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 948 (0x3B4)
- ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 940**
- ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28
- ISAKMP: Responder cookie = 26 B0 0F D9 DF 18 41 E4
- ISAKMP: Next payload = Identification
- ISAKMP: Major version = 1 (0x1)
- ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)
- ISAKMP: Exchange type = Identity Protection
- +
- ISAKMP: Flags summary = 1 (0x1)
- ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)
- ISAKMP: Length = 940 (0x3AC)
- ISAKMP: ISAKMP Payloads(encrypted)

Summary of the ISAKMP Packet F#: 6/21 Off: 42 (x)

ID

5

В нескольких пакетах

Протокол IKE (фаза 1)

The screenshot shows the Microsoft Network Monitor interface with a summary of an ISAKMP packet. The packet list at the top shows several IP packets between 192.168.192.1 and 200.0.0.203. The selected packet is an ISAKMP packet with the following details:

- FRAME: Base frame properties
- ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
- IP: ID = 0xDE59; Proto = UDP; Len: 968
- UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 948 (0x3B4)
- ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 940**
- ISAKMP: Initiator cookie = 3D 38 43 B3 69 AB C2 28
- ISAKMP: Responder cookie = 26 B0 0F D9 DF 18 41 E4
- ISAKMP: Next payload = Identification
- ISAKMP: Major version = 1 (0x1)
- ISAKMP: Minor version = 0 (0x0)
- ISAKMP: Exchange type = Identity Protection
- ISAKMP: Flags summary = 1 (0x1)
- ISAKMP: Message ID = 0 (0x0)
- ISAKMP: Length = 940 (0x3AC)
- ISAKMP: ISAKMP Payloads(encrypted)

Summary of the ISAKMP Packet F#: 7/21 Off: 42 (x)

ID

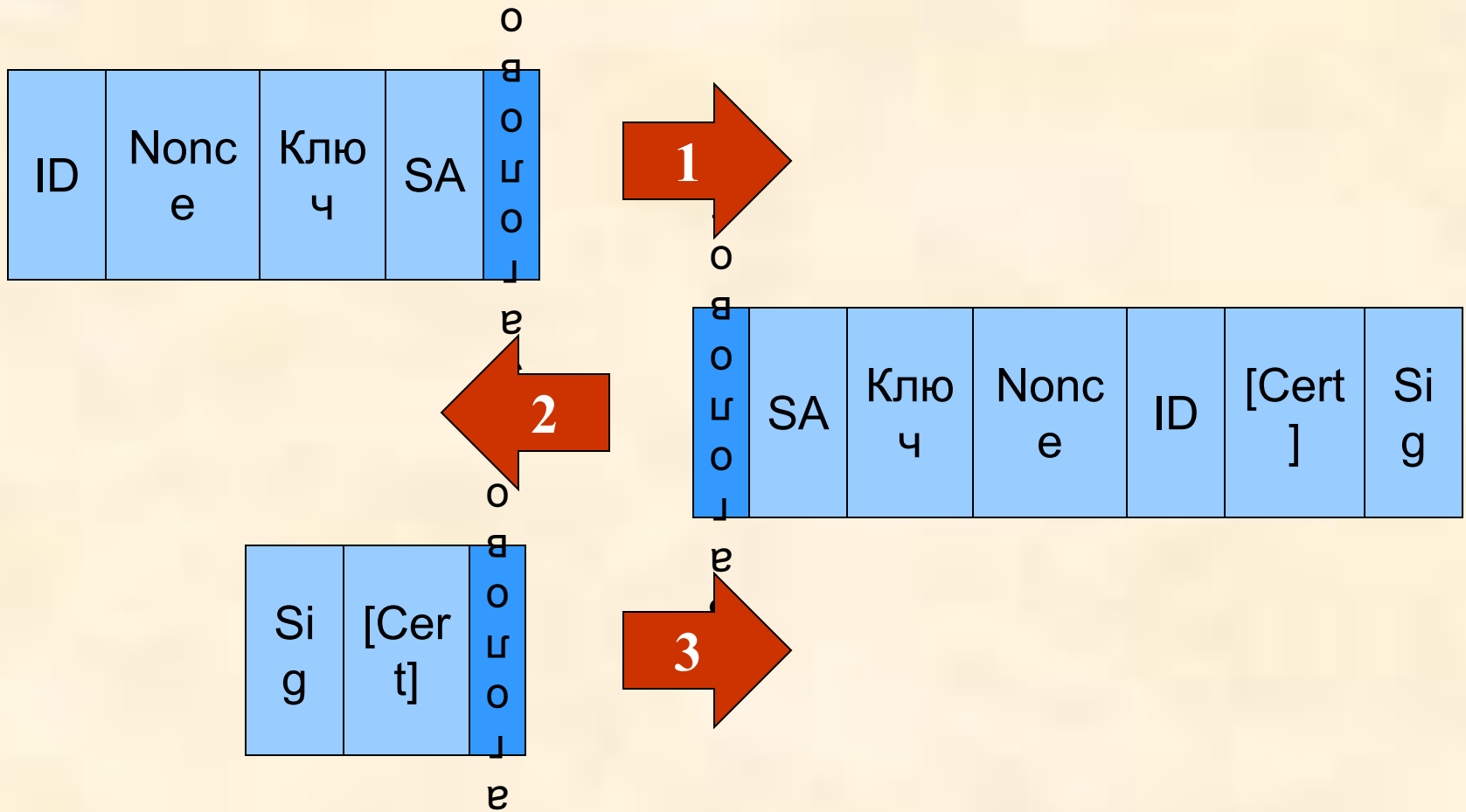
6

В нескольких пакетах

Протокол IKE

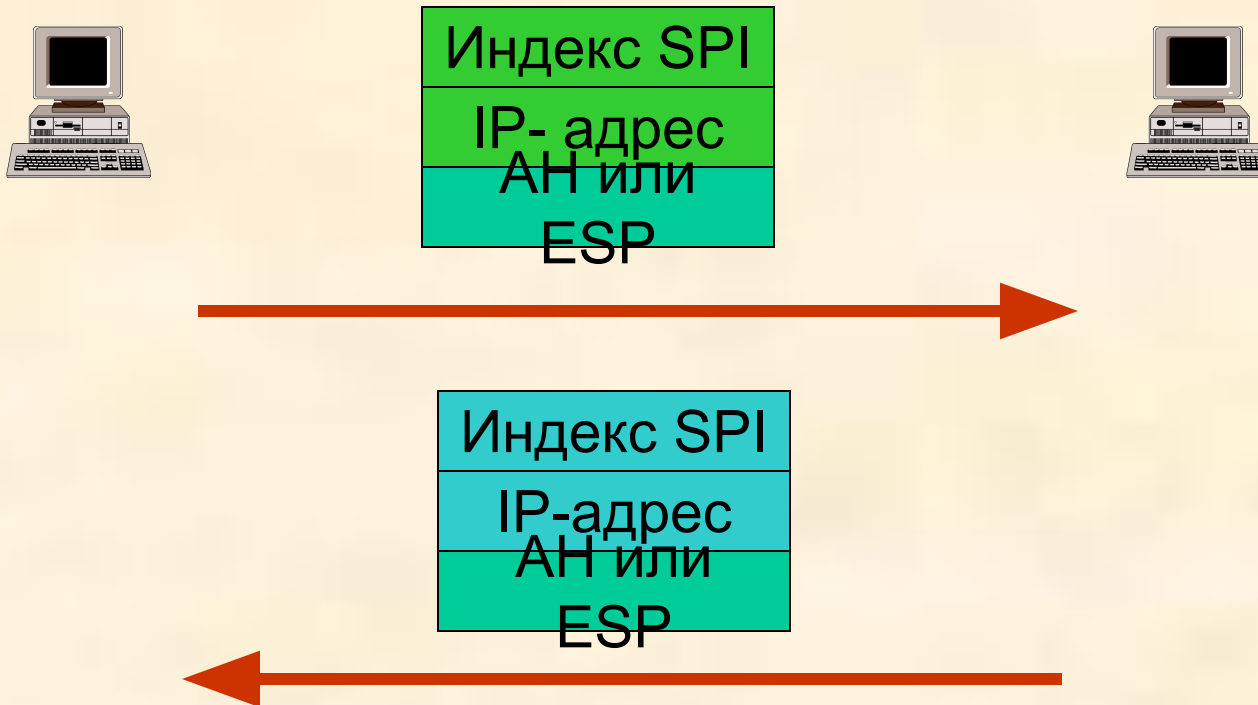
Иницилирующая сторона

Отвечающая сторона



Быстрый режим установления канала IKE SA

Протокол IKE



Согласование параметров канала SA