

# Протокол IPSec

**(RFC 2401)**

# Семейство протоколов IPSec

## Протокол Authentication Header (AH)

Аутентификация  
Контроль целостности

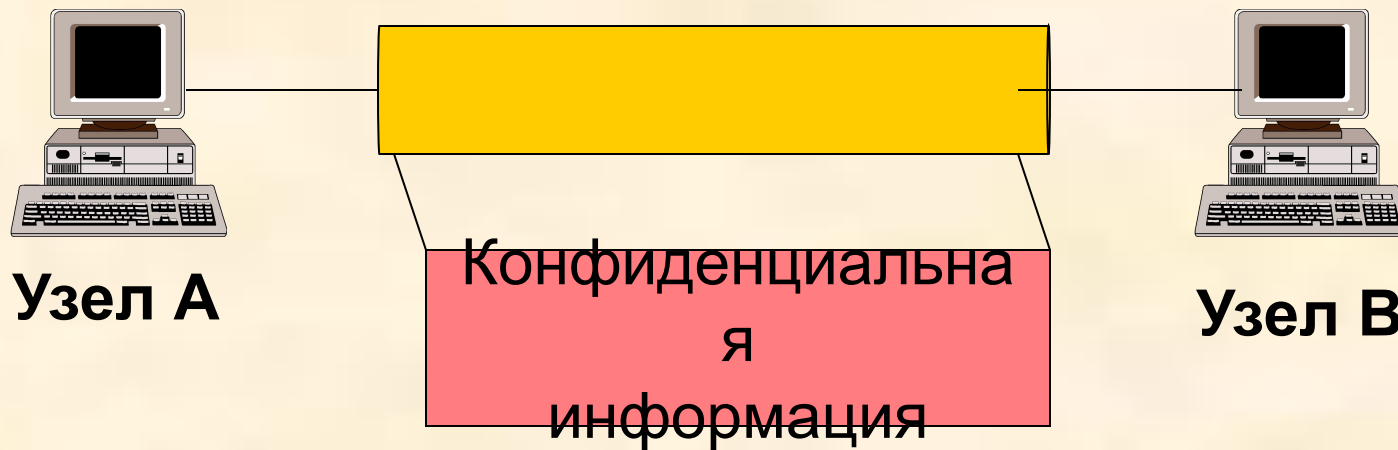
## Протокол Encapsulated Security Payload (ESP)

Аутентификация  
Контроль целостности  
Шифрование

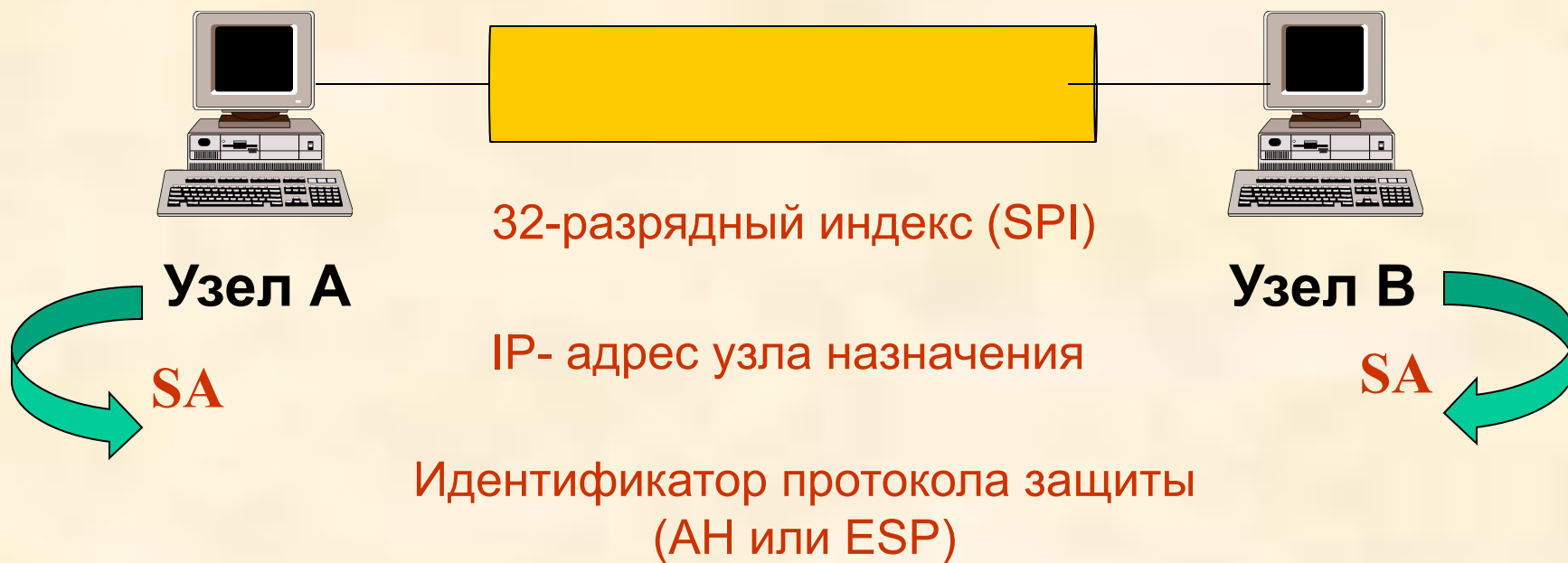
## Протокол Internet Key Exchange (IKE)

Согласование алгоритмов шифрования  
Обмен ключами

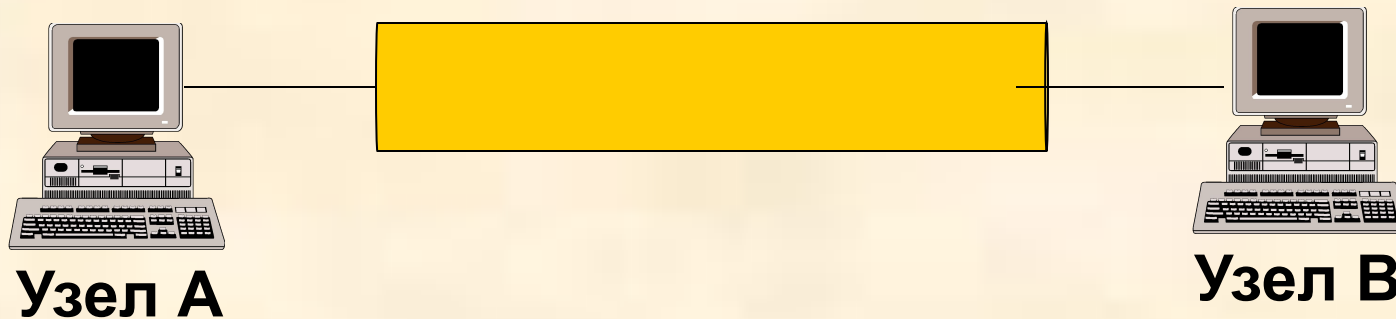
# Защищённый канал IPSec



# Безопасная ассоциация IPSec



# Безопасная ассоциация IPSec



Базы данных SA

# Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В

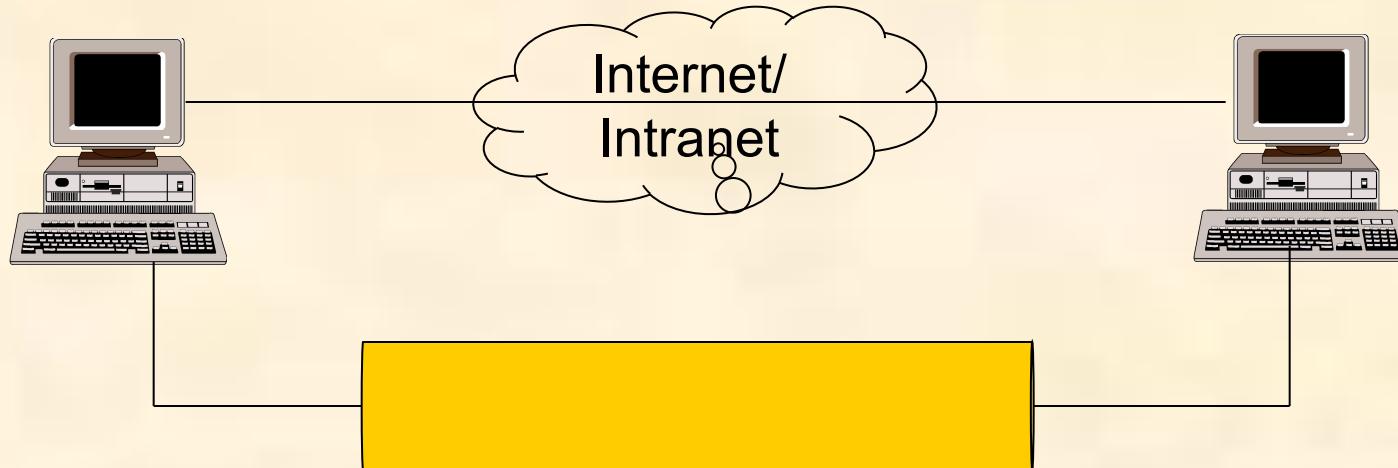


Схема узел-узел (точка-точка)

# Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В

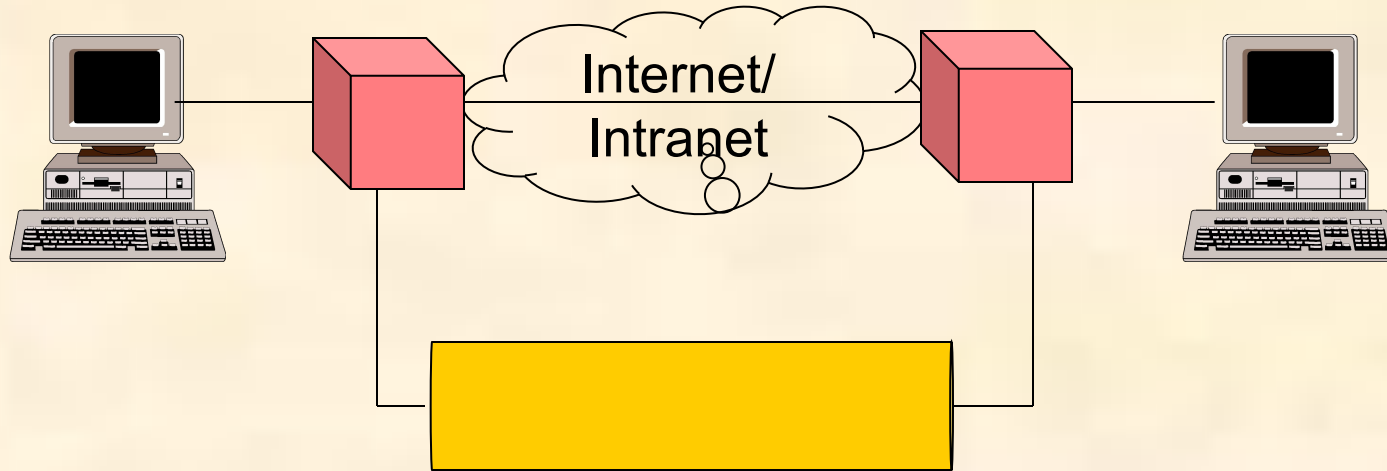
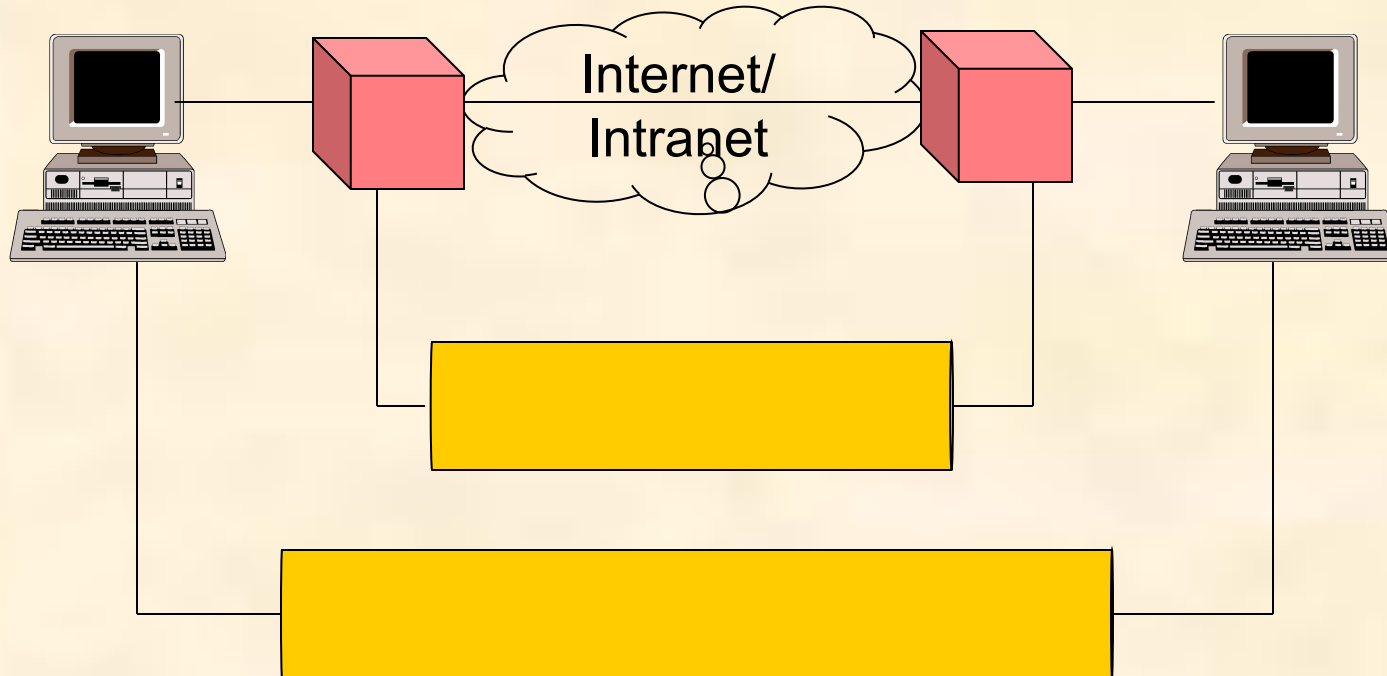


Схема шлюз-шлюз

# Схемы применения IPSec

Узел А

Узел В



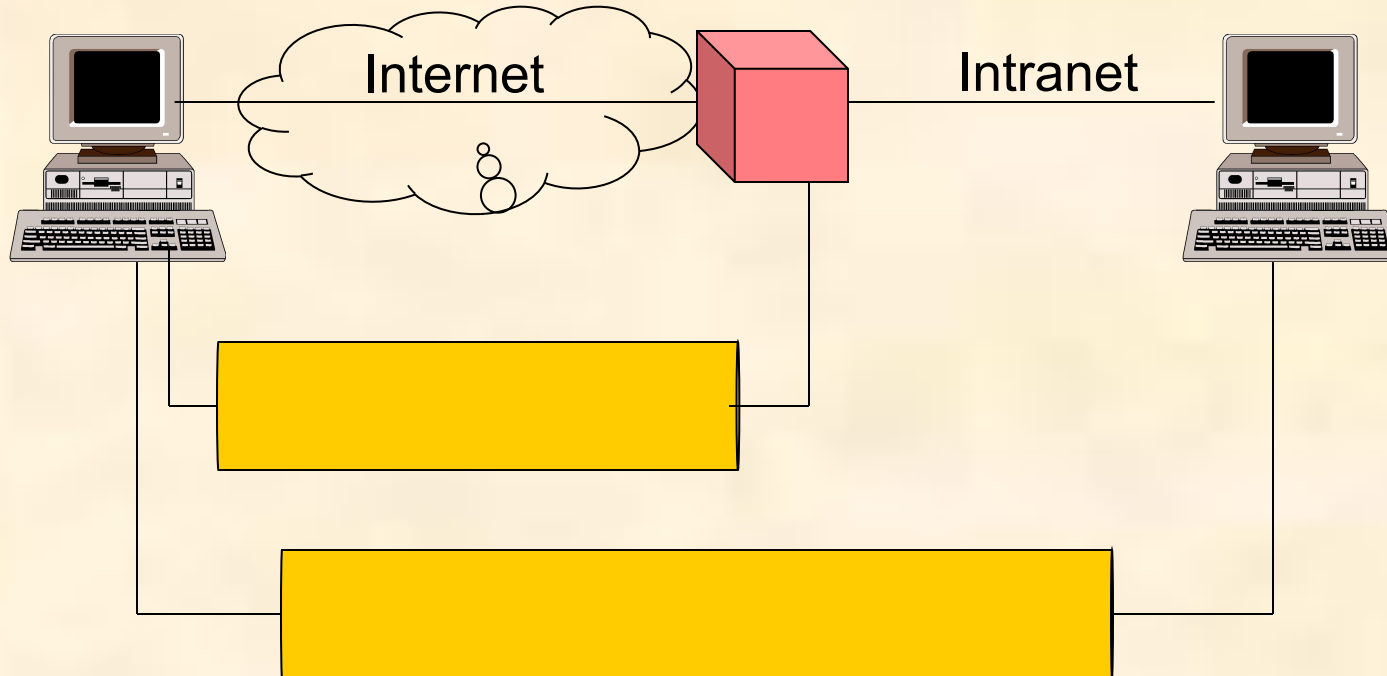
Смешанная схема (вариант 1)



# Схемы применения IPSec

Узел А

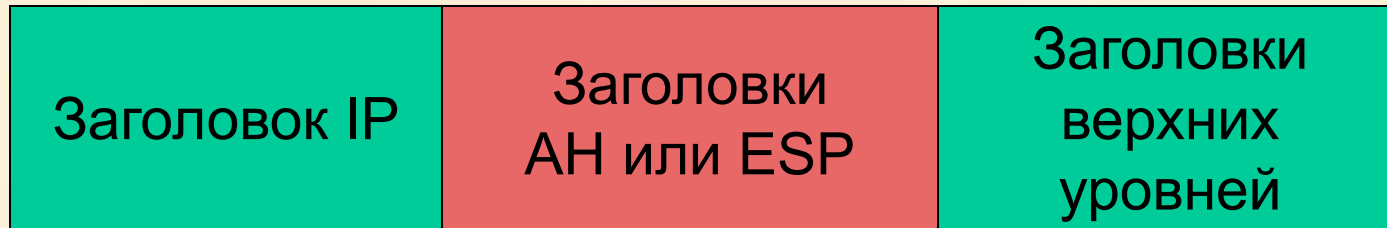
Узел В



Смешанная схема (вариант 2)

# Режимы работы IPSec

## Транспортный режим



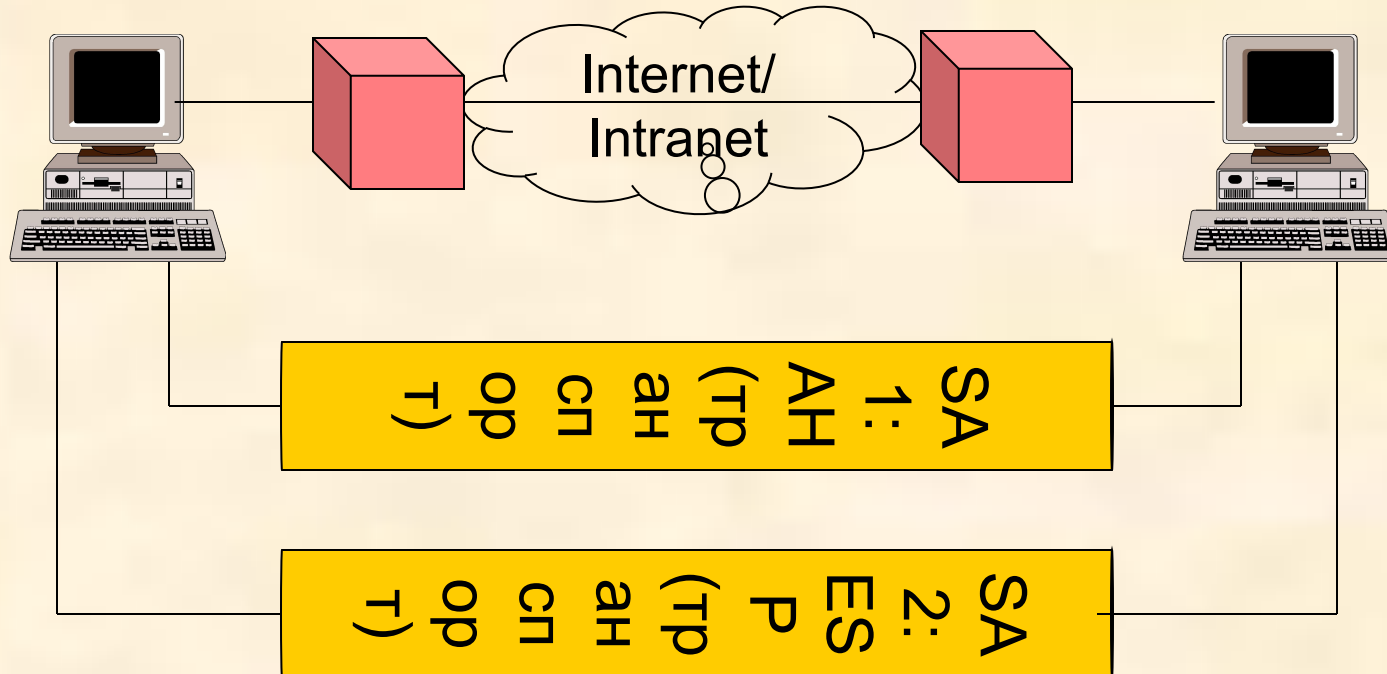
## Туннельный режим



# Совместное использование SA

Узел А

Узел В

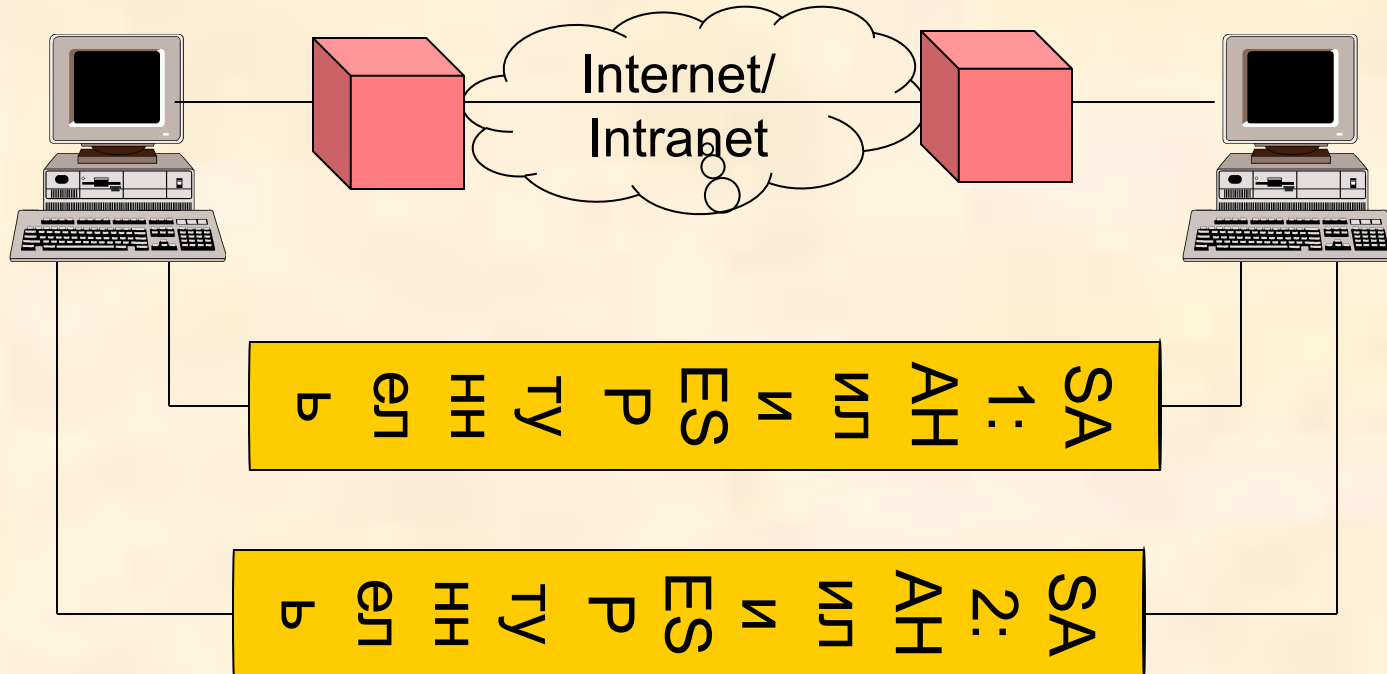


Вариант для транспортного режима

# Совместное использование SA

Узел А

Узел В

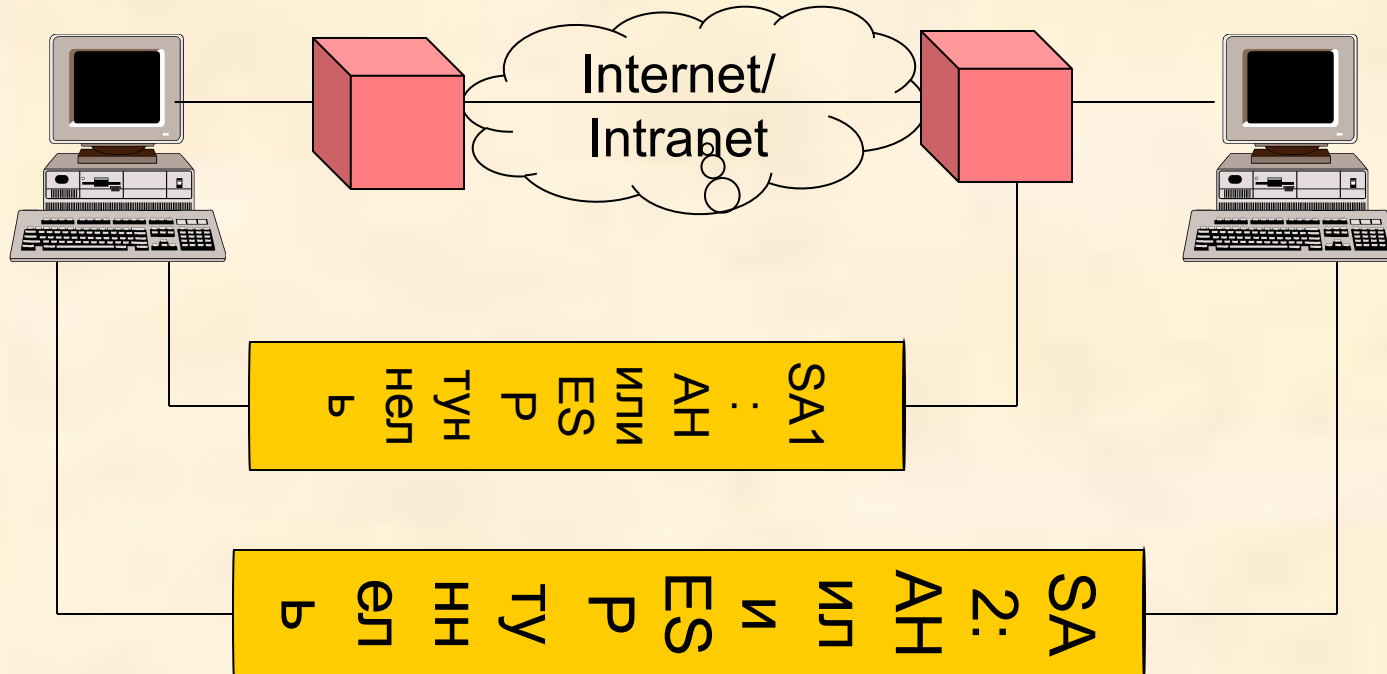


Вариант 1 для туннельного режима

# Совместное использование SA

Узел А

Узел В

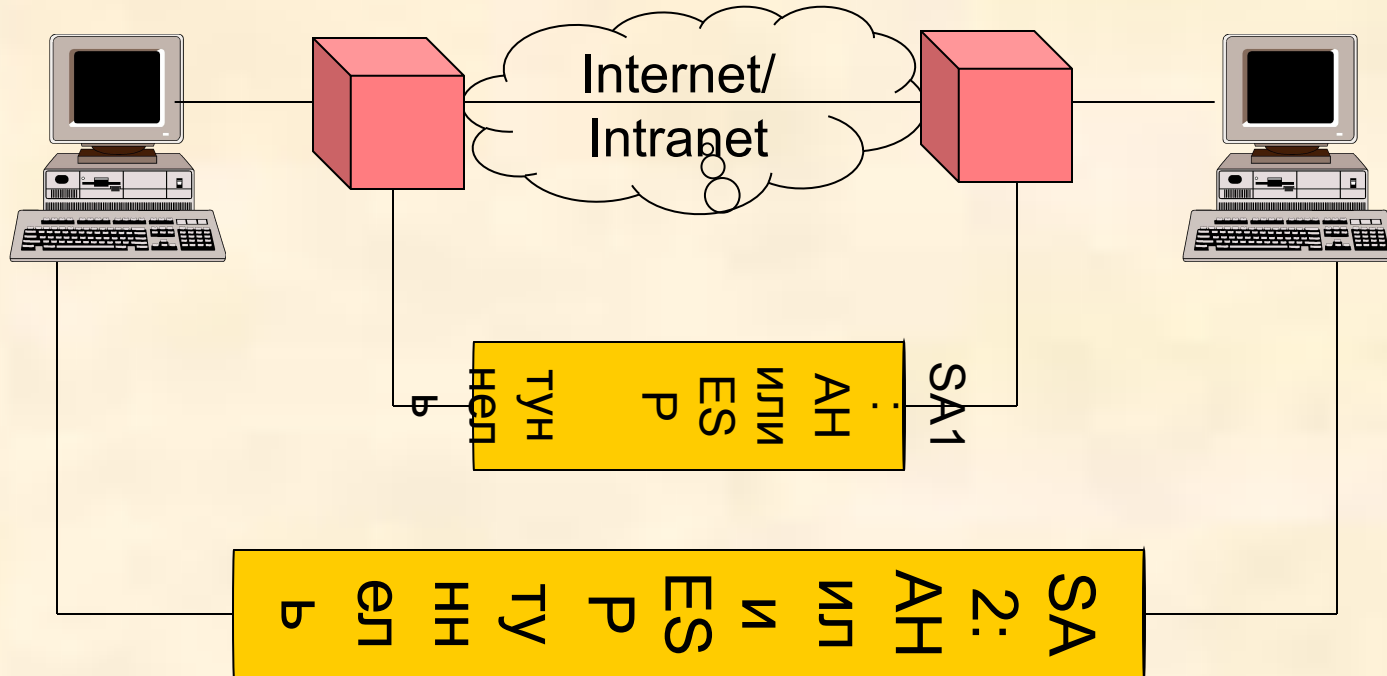


Вариант 2 для туннельного режима

# Совместное использование SA

Узел А

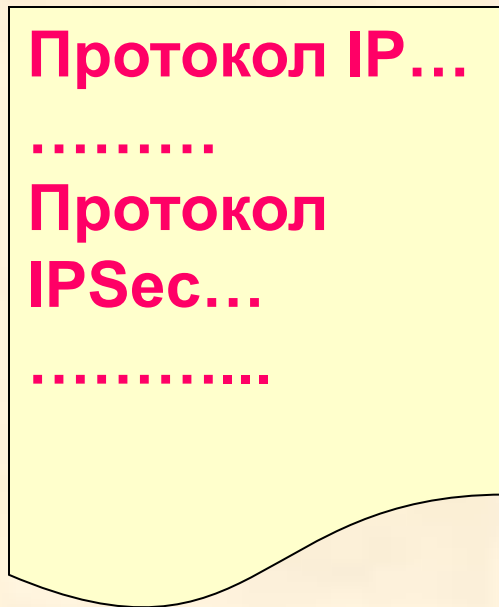
Узел В



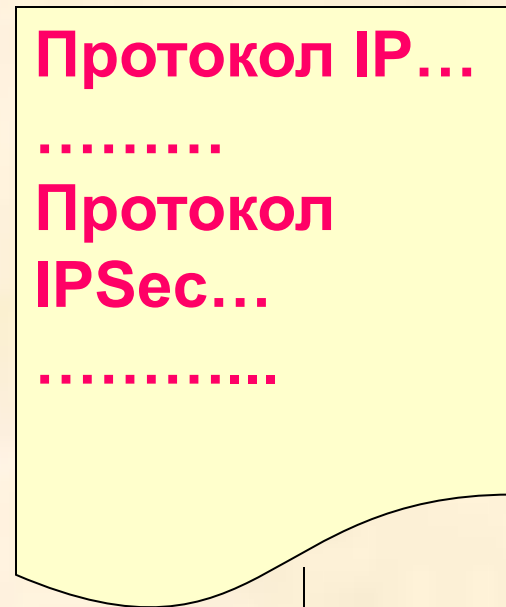
Вариант 3 для туннельного режима

# Реализации IPSec

IP (исходный текст)

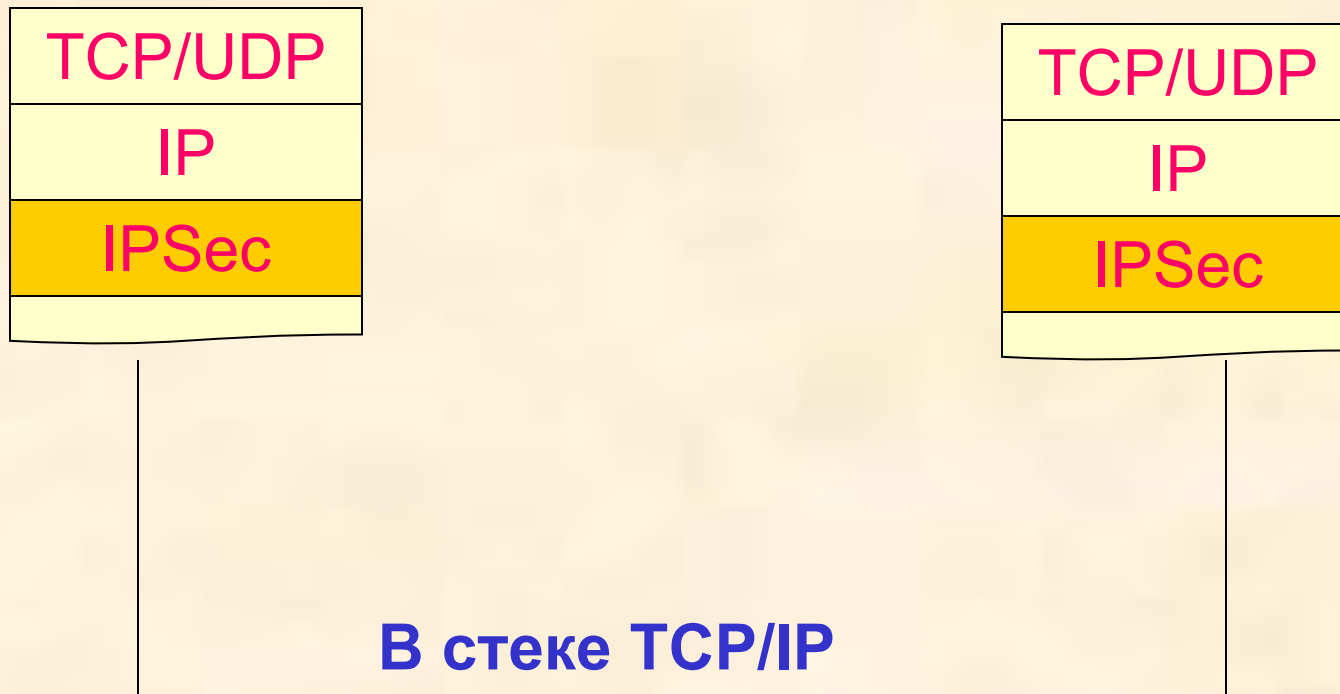


IP (исходный текст)



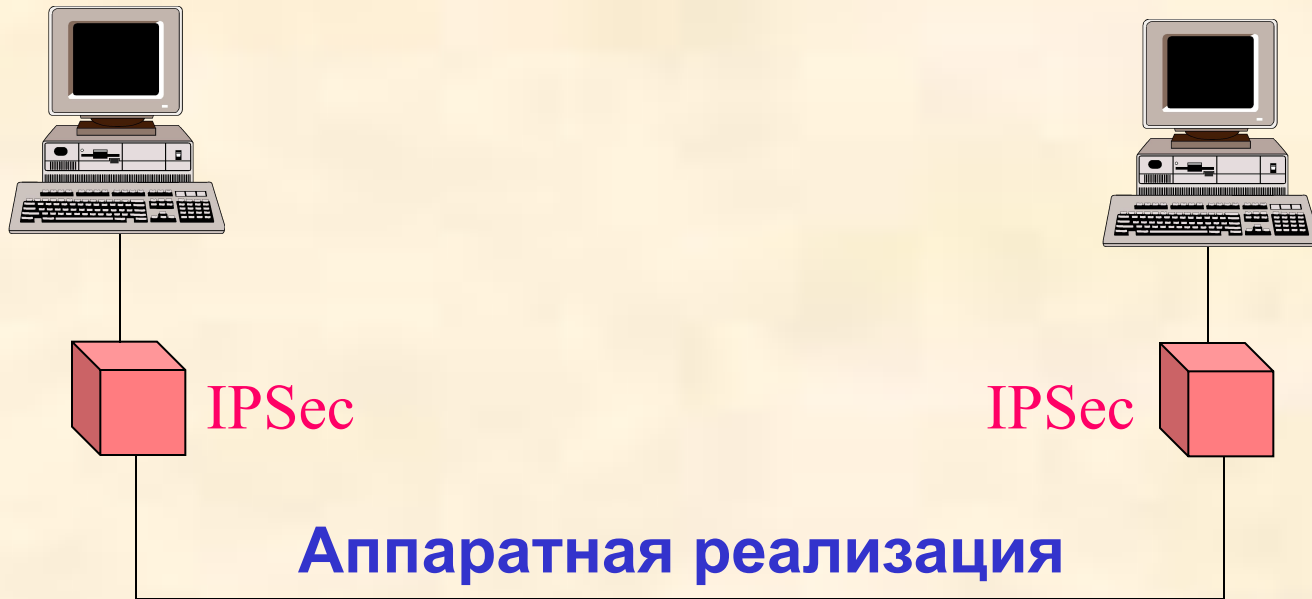
**В исходном тексте**

# Реализации IPSec

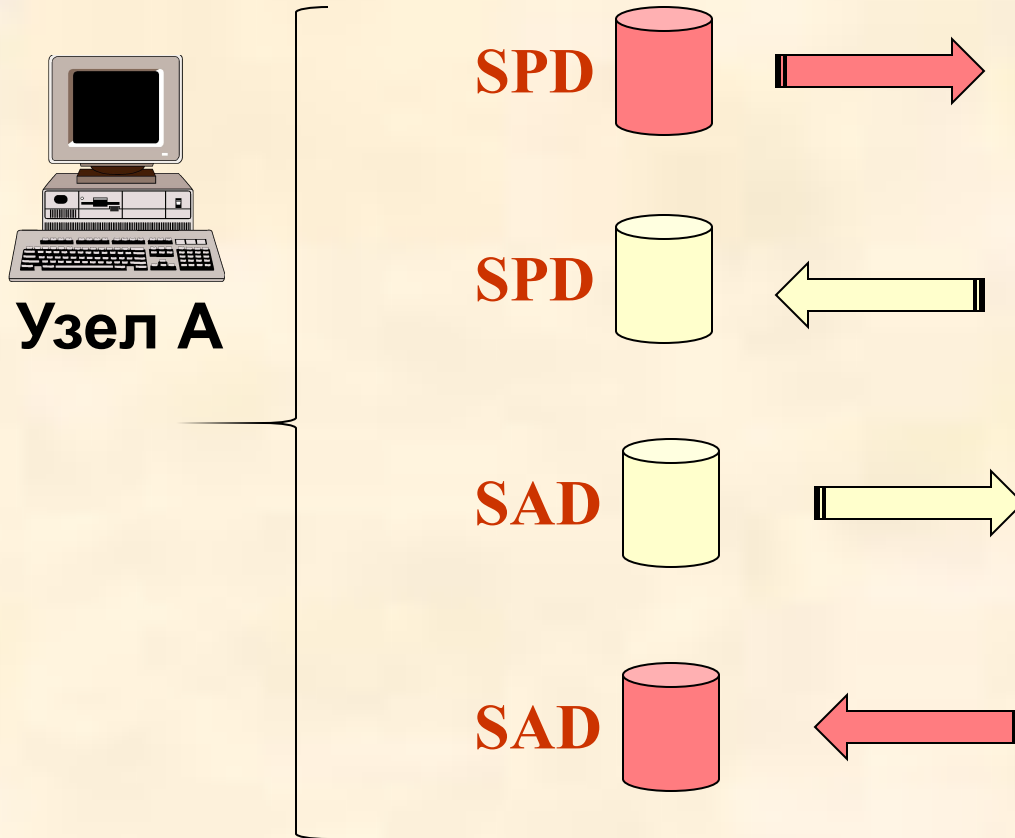




# Реализации IPSec

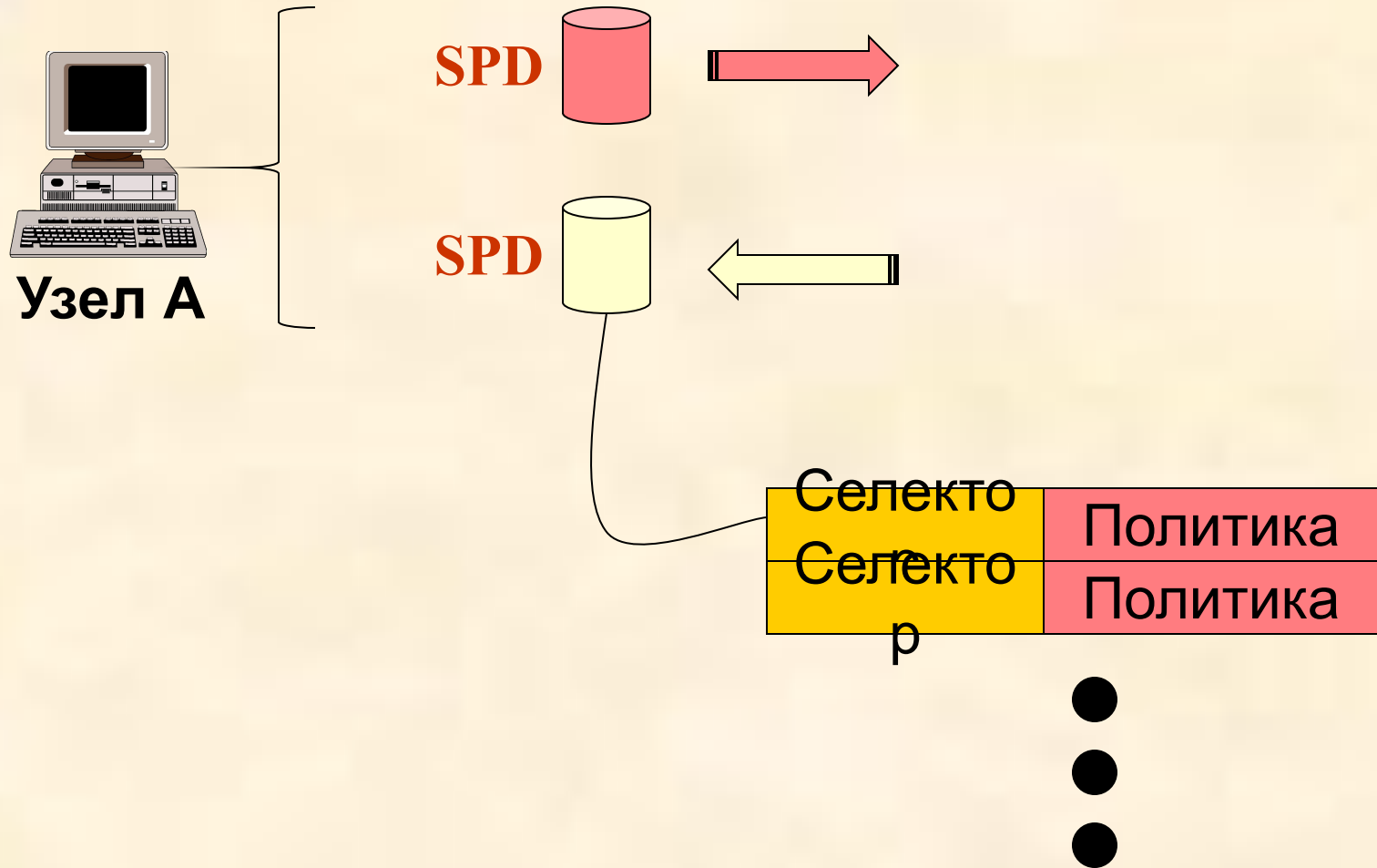


# Базы данных IPSec

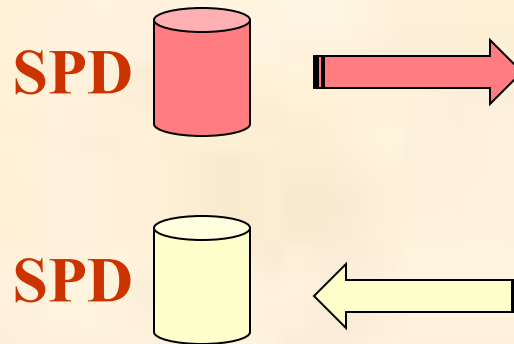
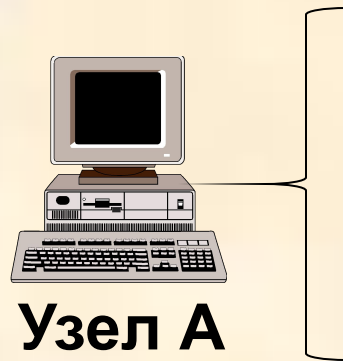


Базы данных SAD и SPD

# База данных SPD

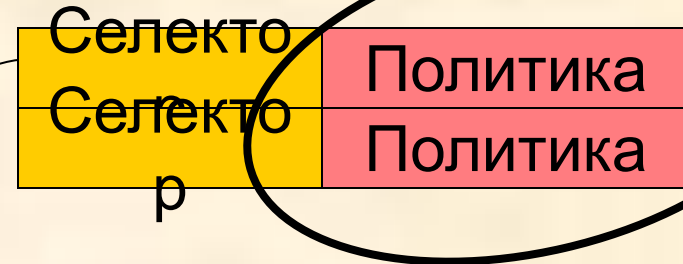


# База данных SPD

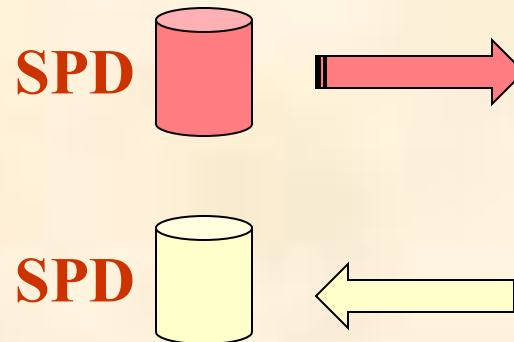
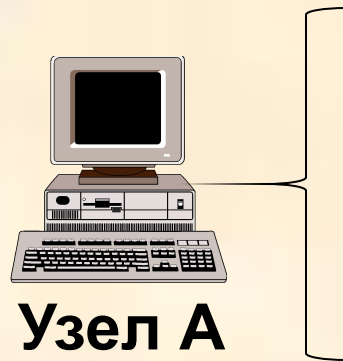


## IP-пакет может быть:

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

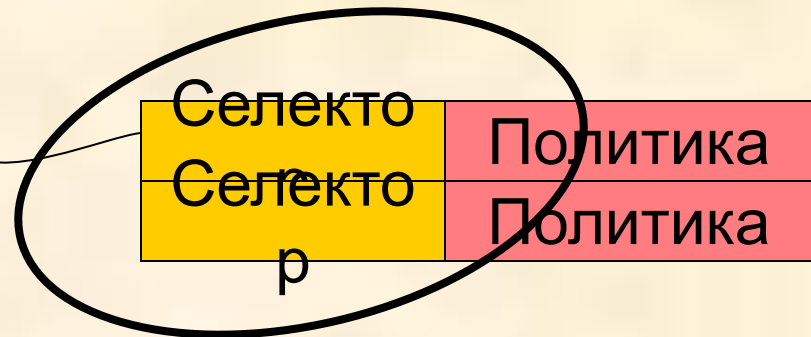


# База данных SPD

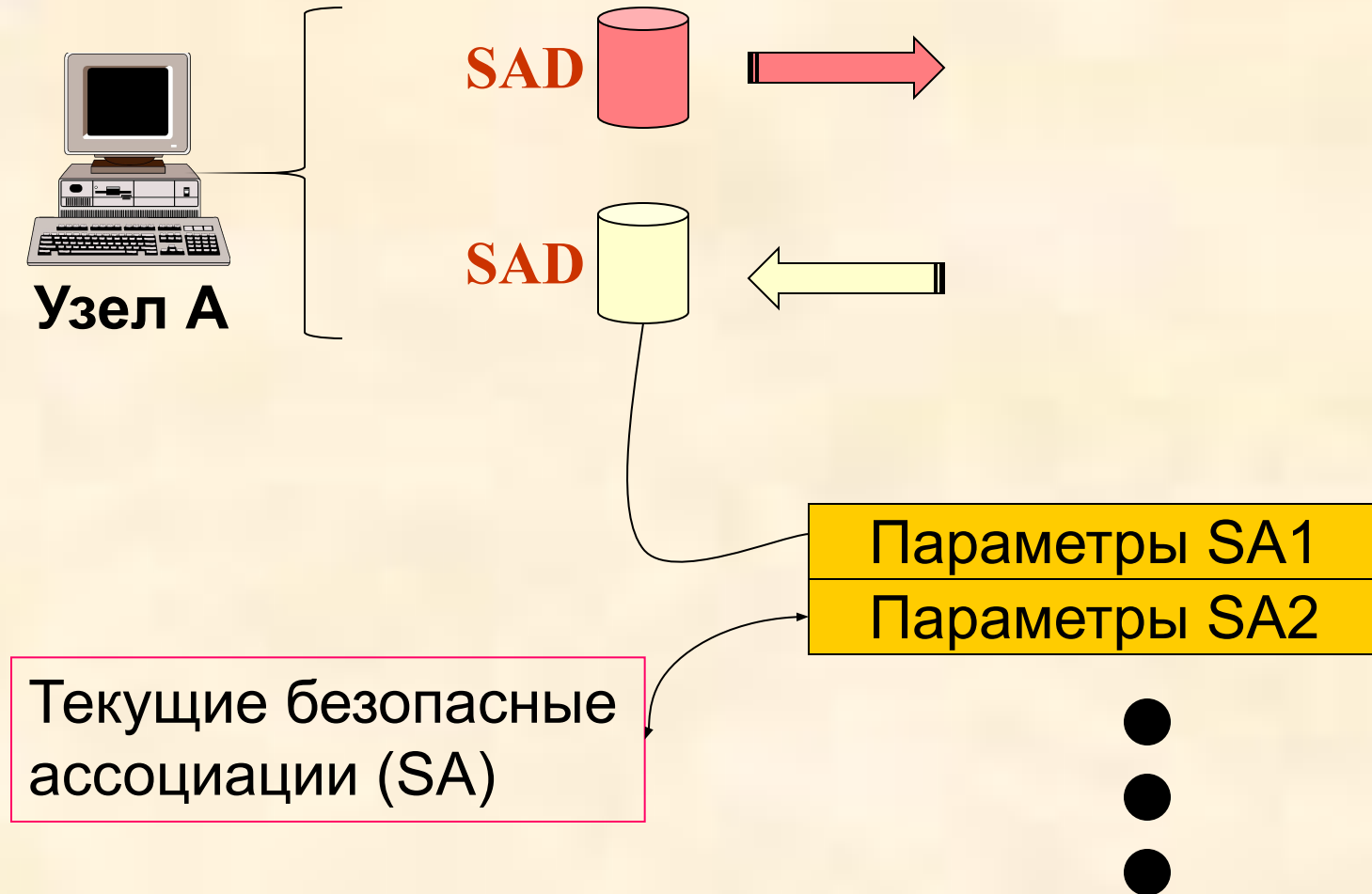


## Селектор

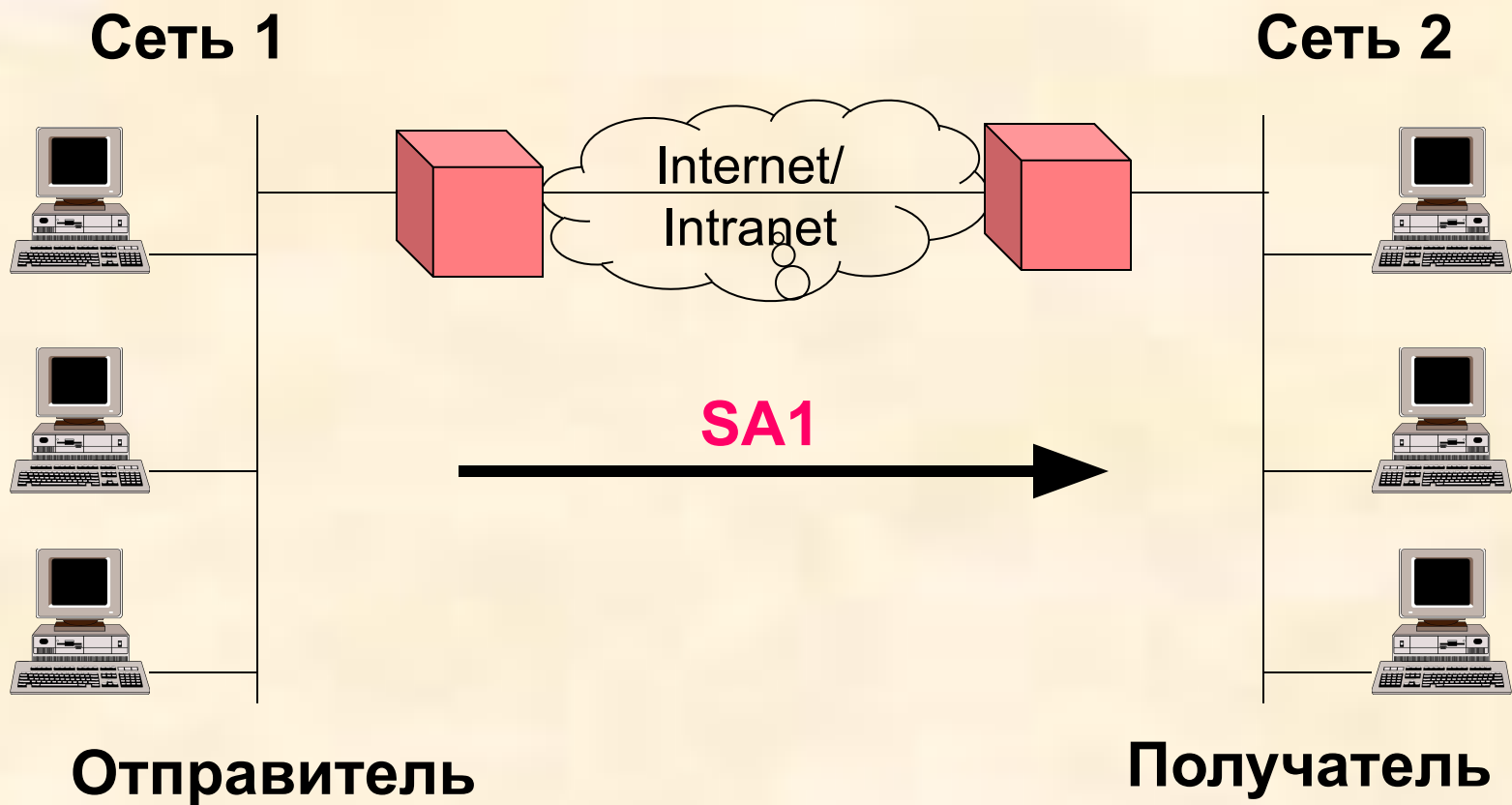
- IP-адрес получателя
- IP-адрес отправителя
- Протокол (TCP или UDP)
- Имя FQDN или X.500
- Порт отправителя
- Порт получателя



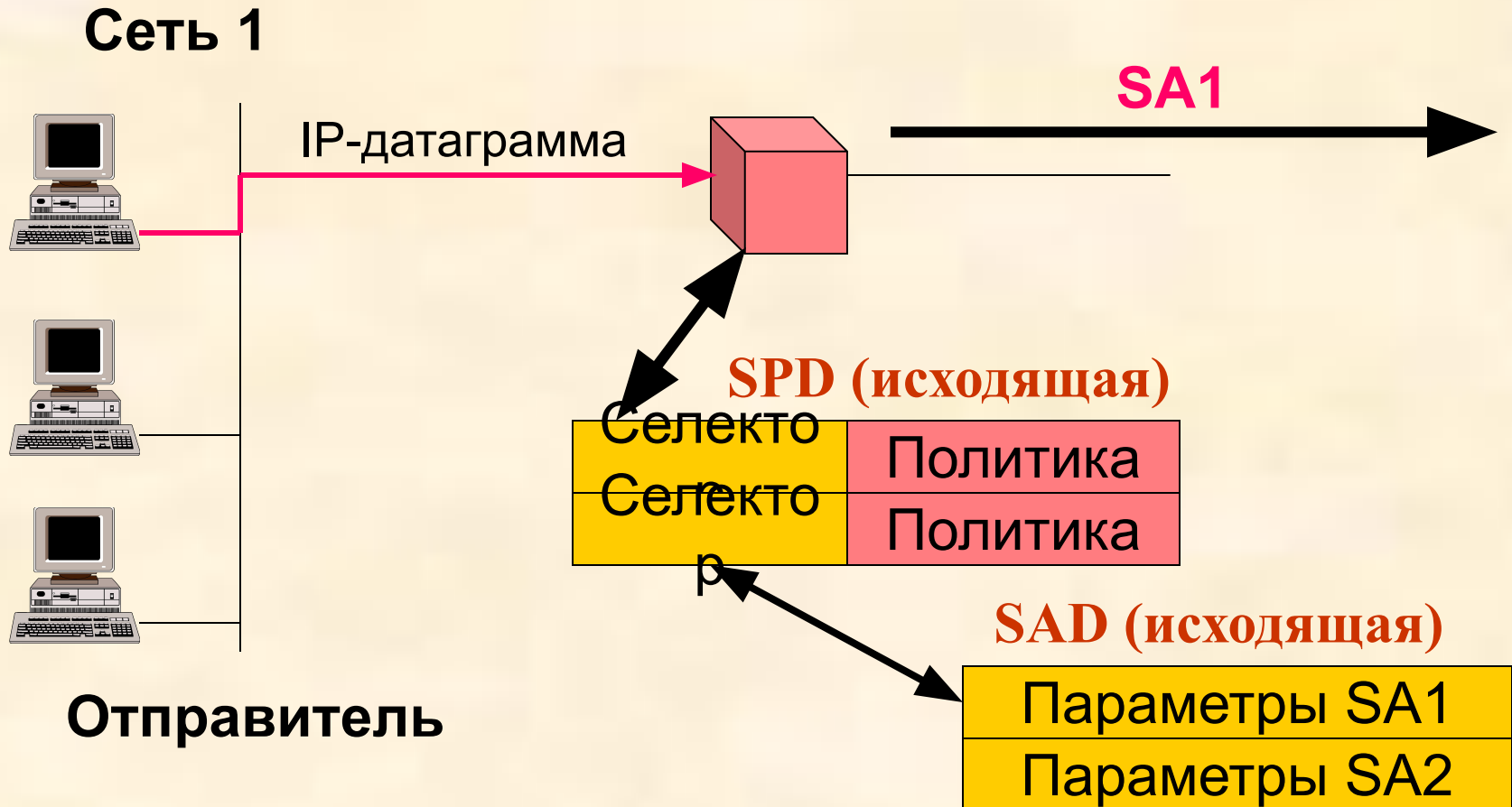
# База данных SAD



# Пример работы IPSec



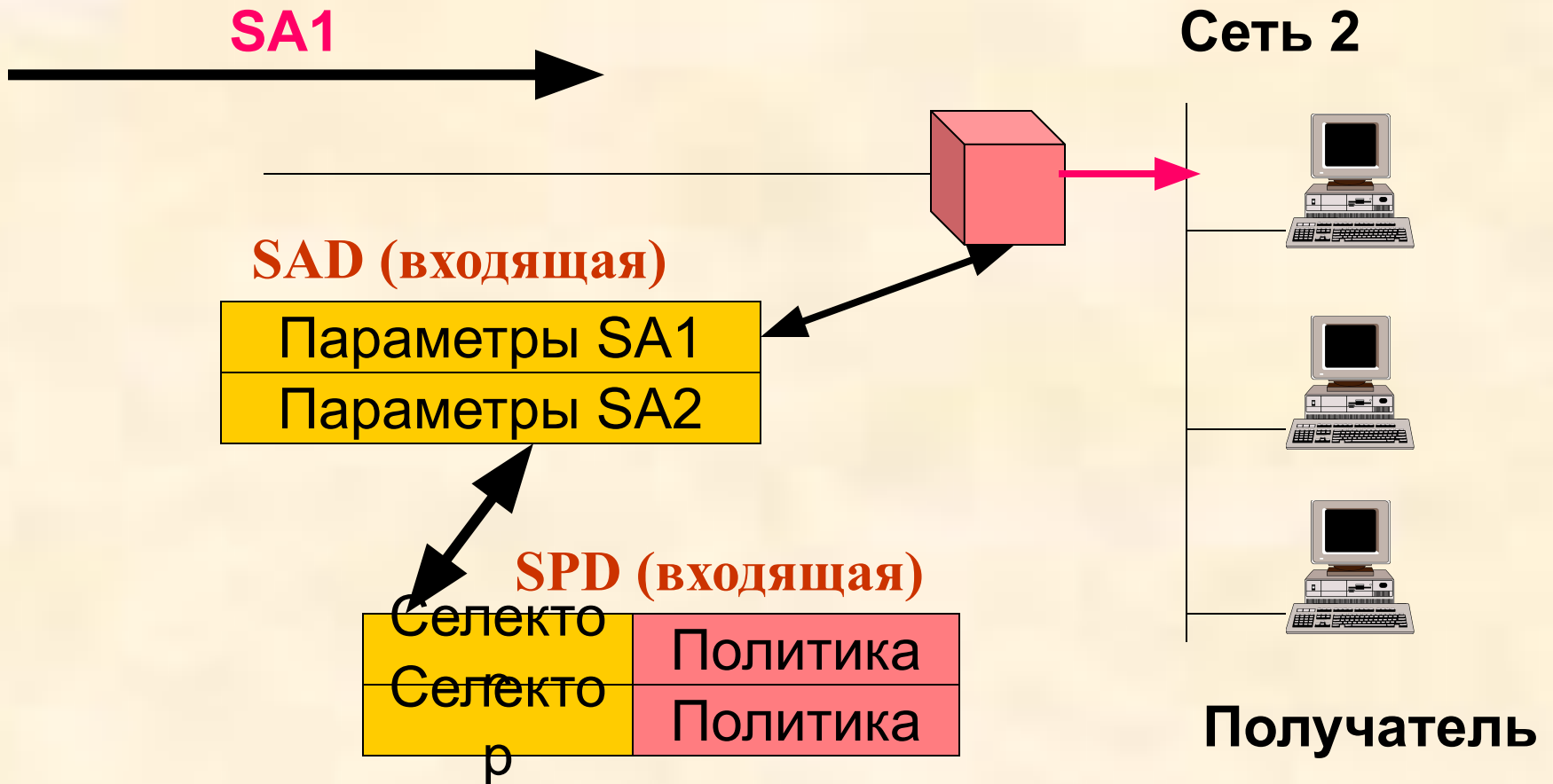
# Пример работы IPSec



Отправка пакета



# Пример работы IPSec



Получение пакета

# Работа протокола IPSec

1



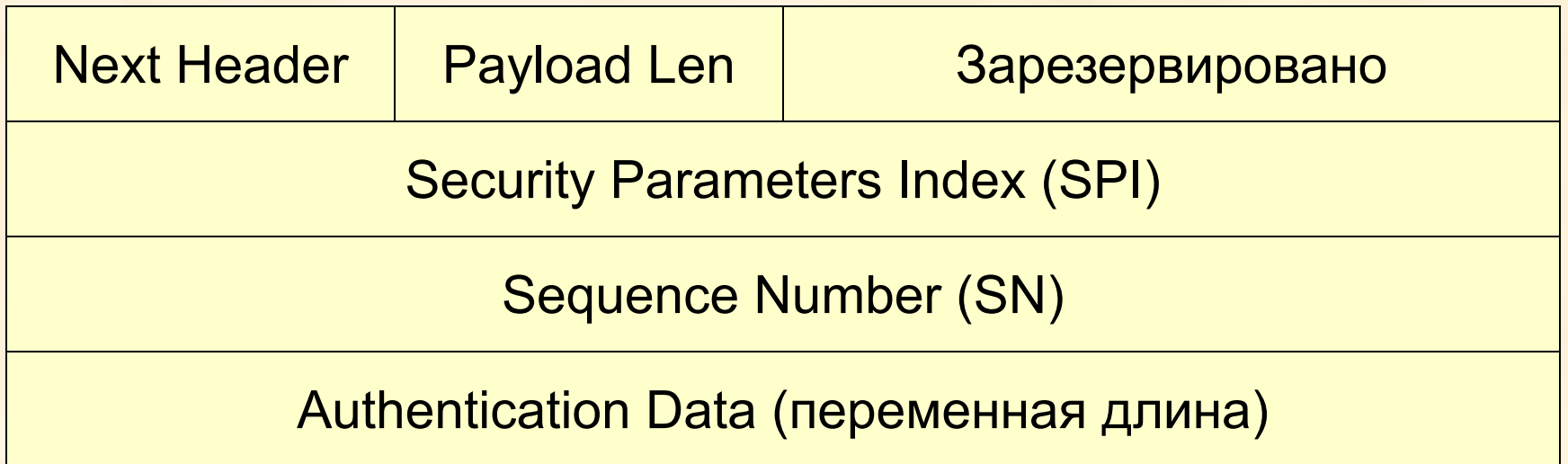
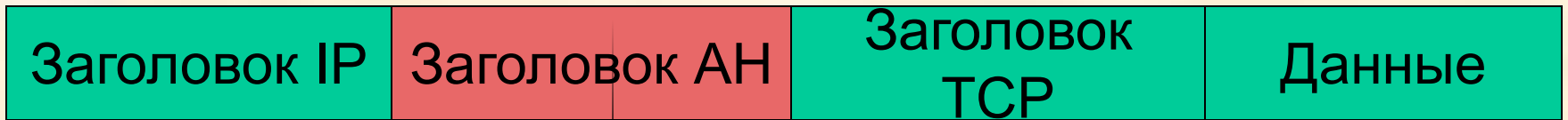
Установление защищенного канала

2



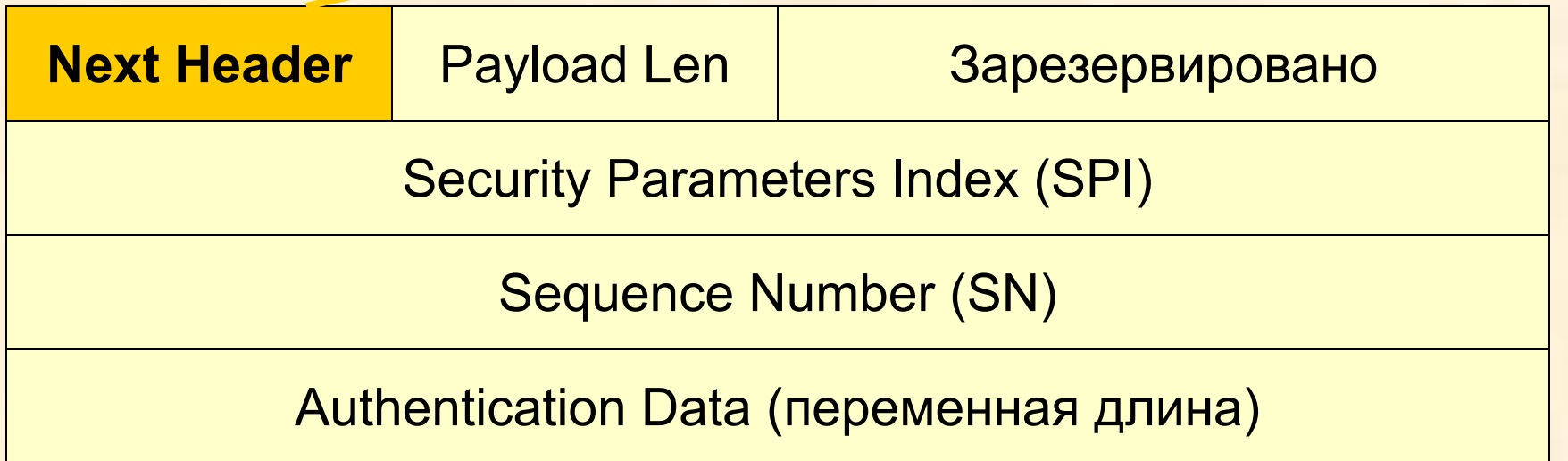
Передача данных

# Протокол АН



0 8 16 31

# Протокол АН



0

8

16

31

**Поле Next Header**



# Протокол АН



Метка безопасной ассоциации

|  |             |                 |
|--|-------------|-----------------|
| Next Header                            | Payload Len | Зарезервировано |
| <b>Security Parameters Index (SPI)</b> |             |                 |
| Sequence Number (SN)                   |             |                 |
| Authentication Data (переменная длина) |             |                 |

0

8

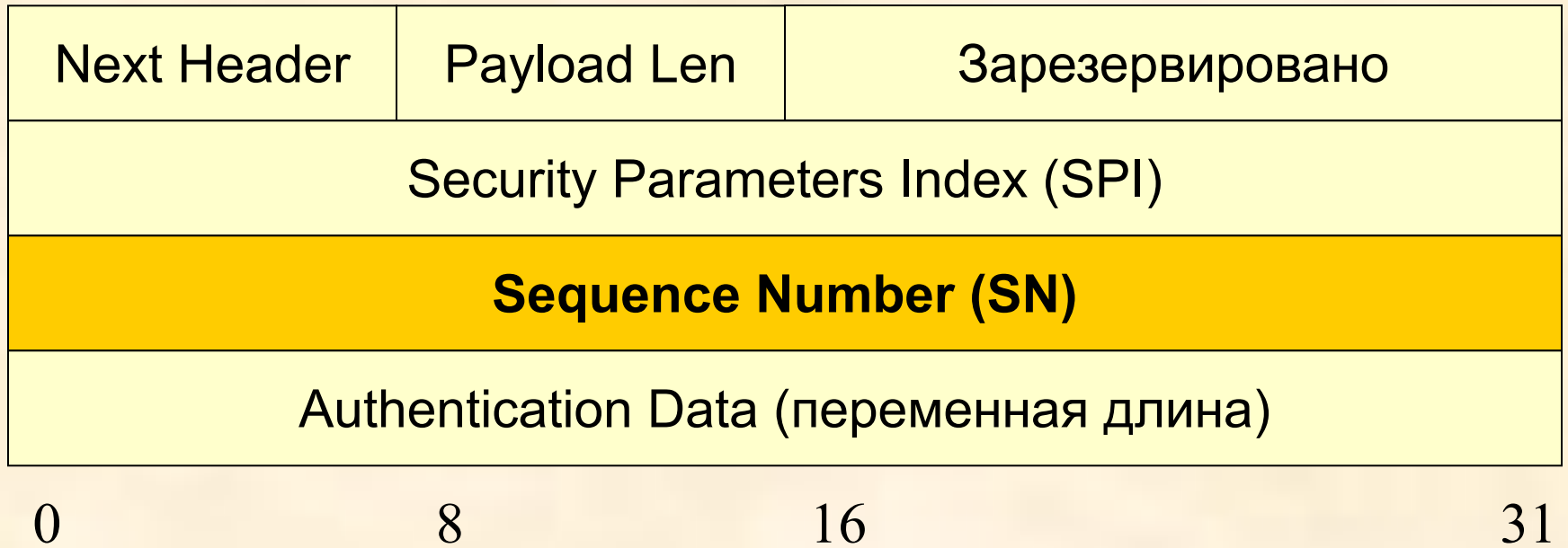
16

31

**Поле SPI**

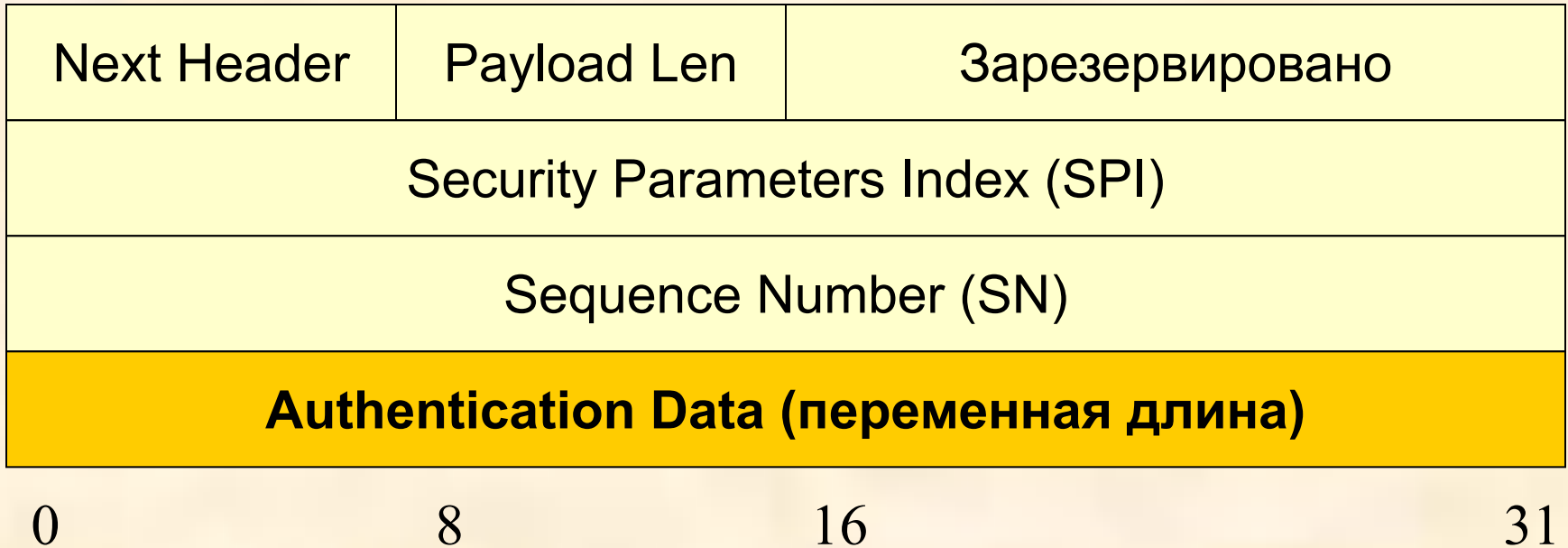
# Протокол АН

└ Нарастивается для каждого  
следующего пакета



**Поле SN**

# Протокол АН

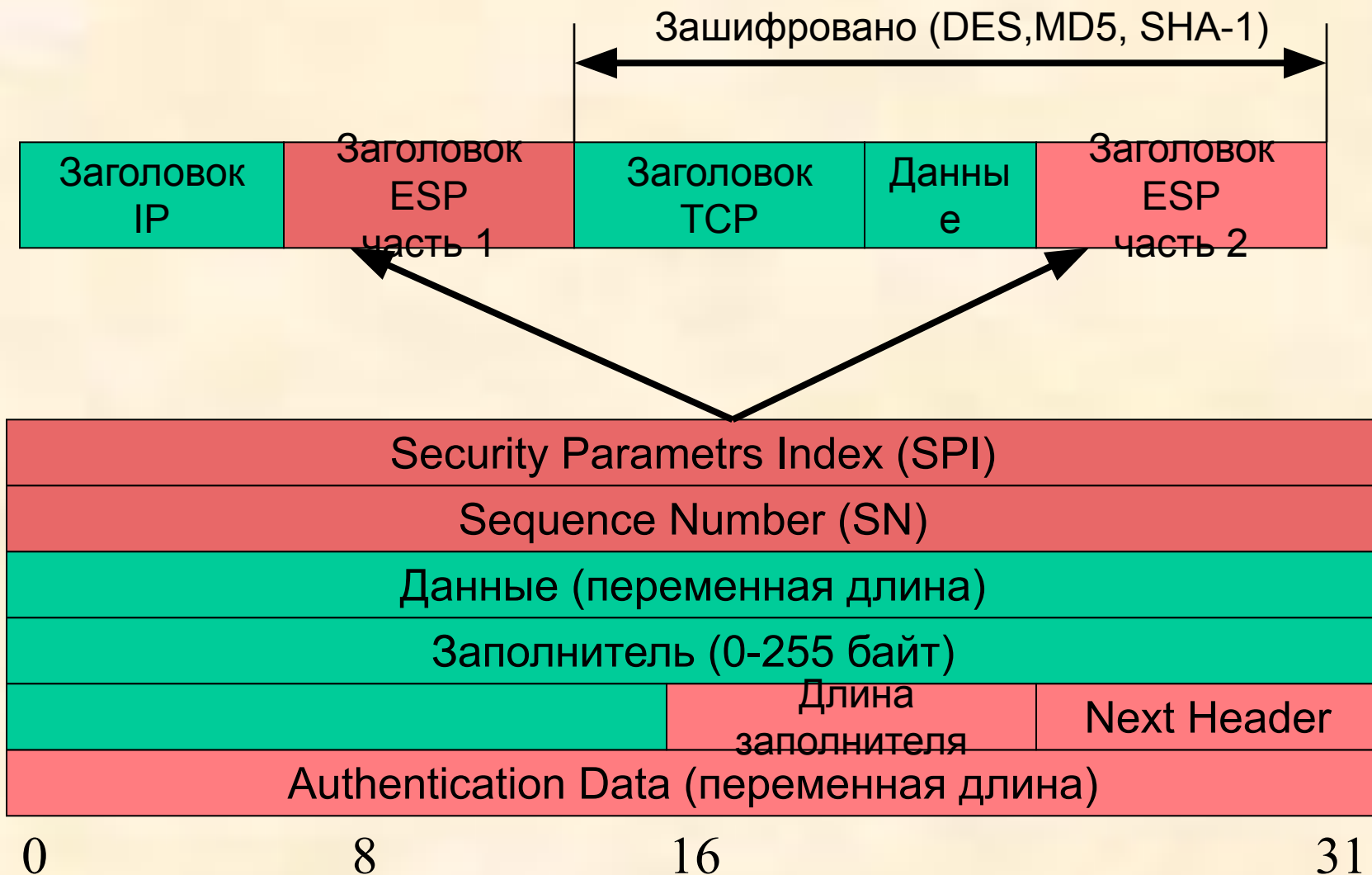


хэш-функция (содержимое пакета,  
симметричный секретный ключ)

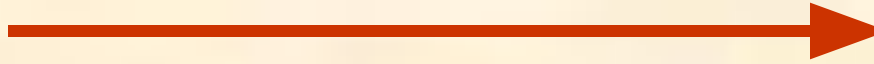
**Поле Authentication Data**



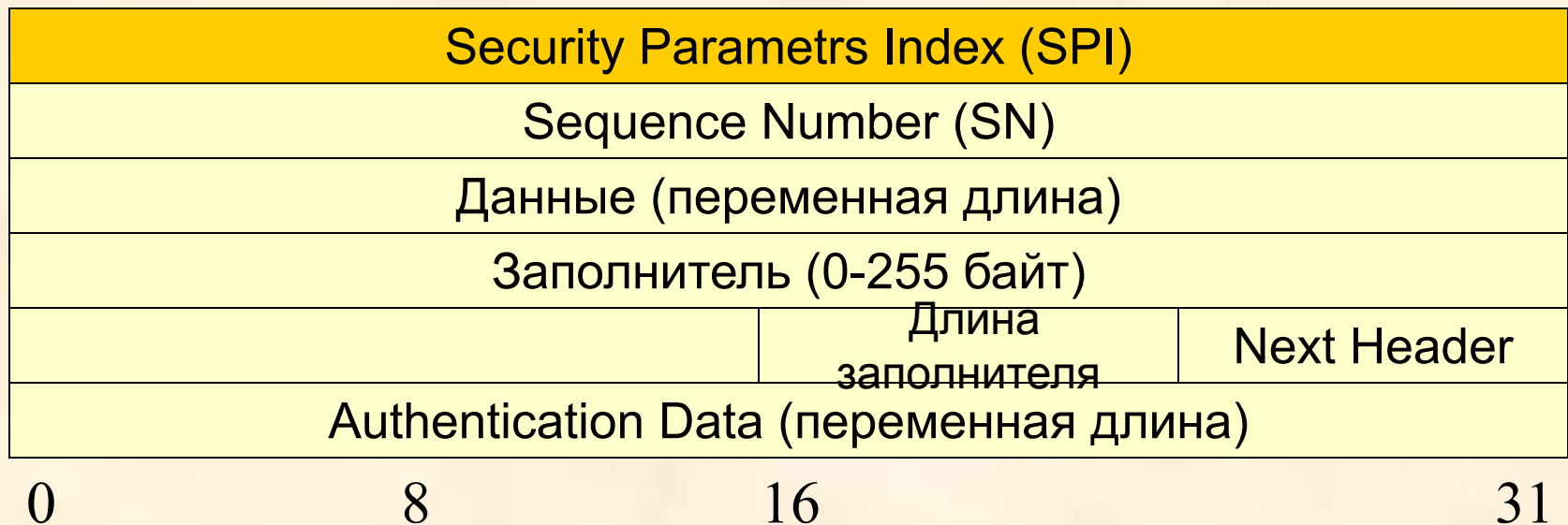
# Протокол ESP



# Протокол ESP



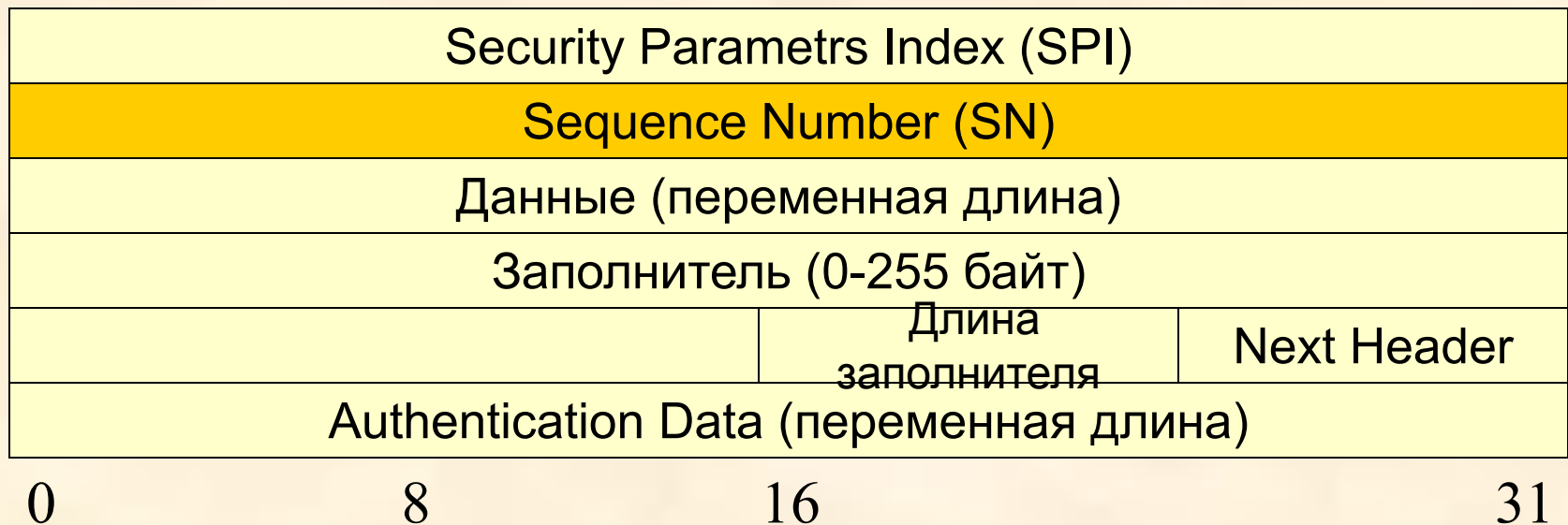
Метка безопасной ассоциации



Поле SPI

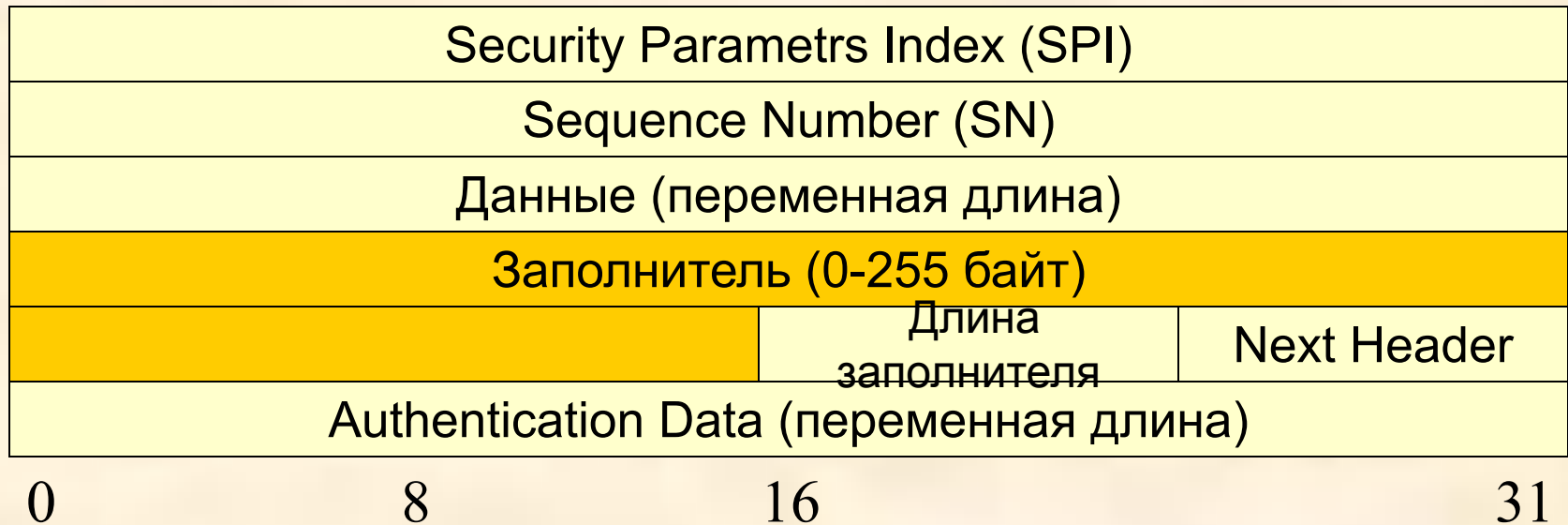
# Протокол ESP

- Нарращивается для каждого следующего пакета



**Поле SN**

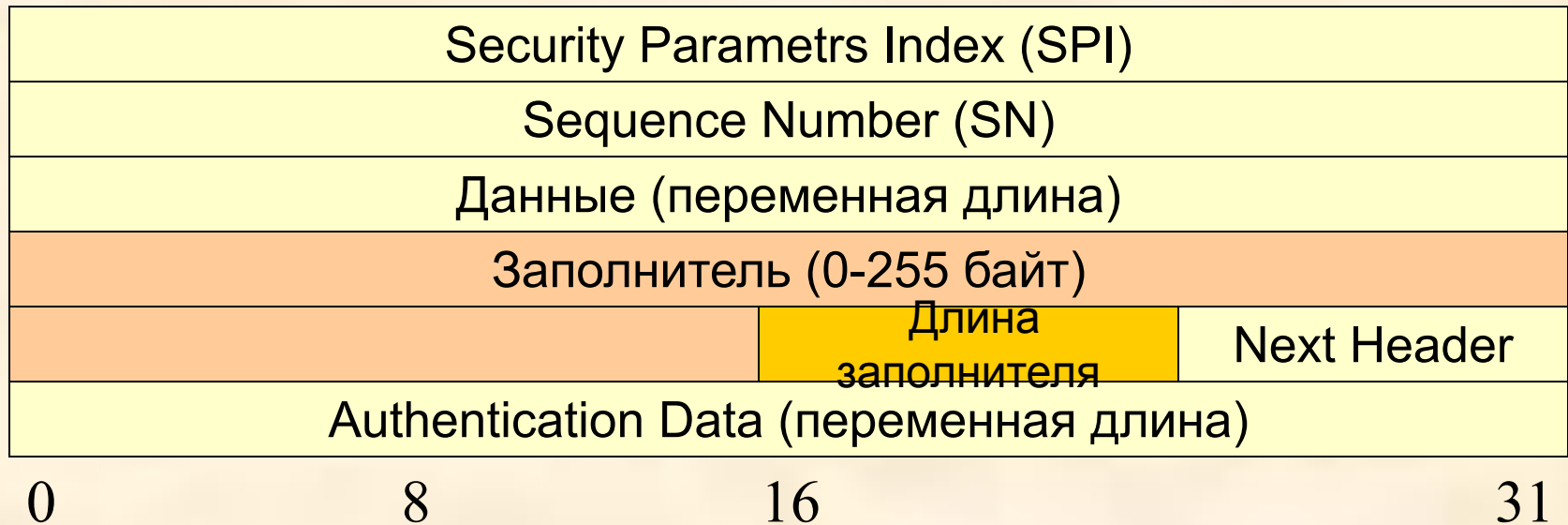
# Протокол ESP



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

**Поле заполнителя**

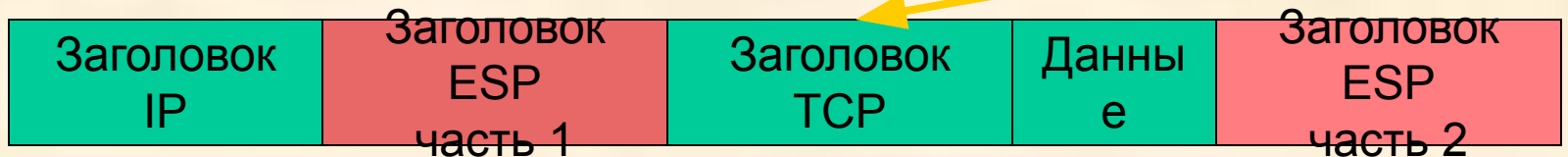
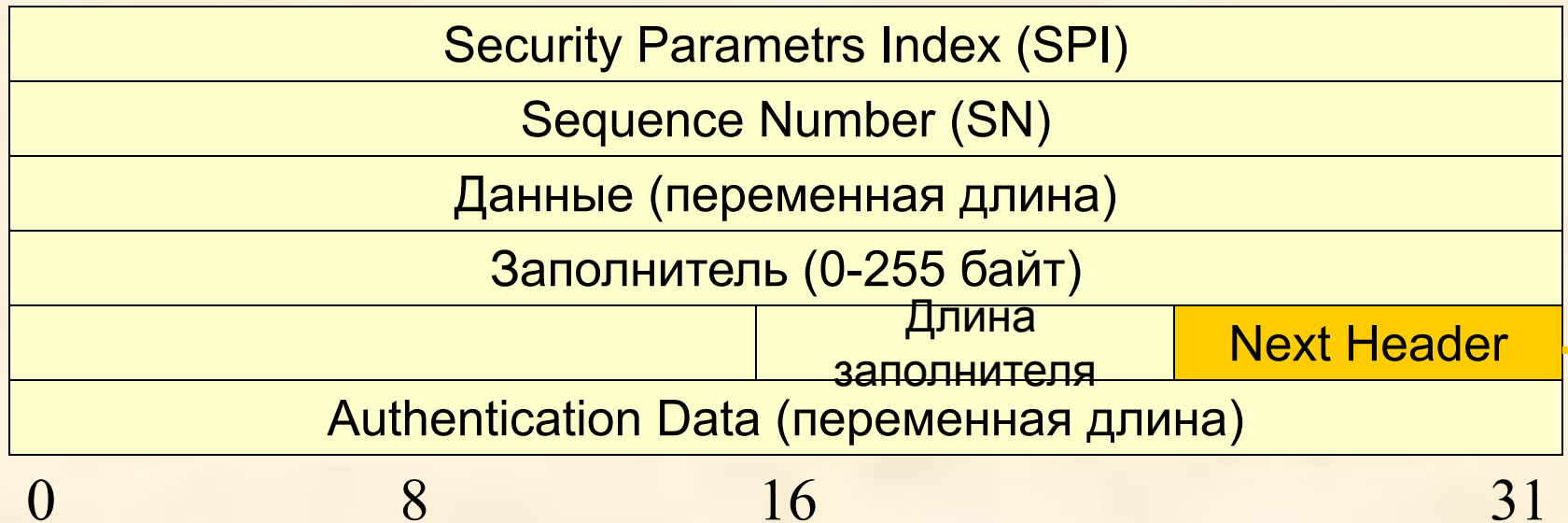
# Протокол ESP



Длина заполнителя в байтах

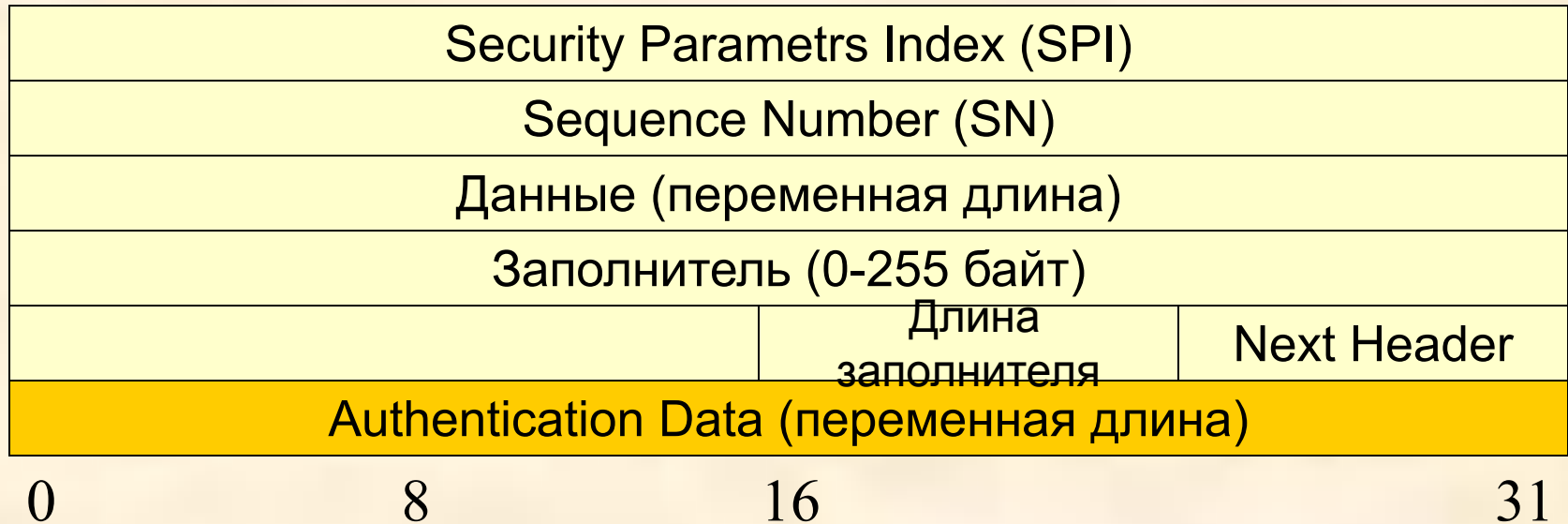
**Поле длины заполнителя**

# Протокол ESP



**Поле Next Header**

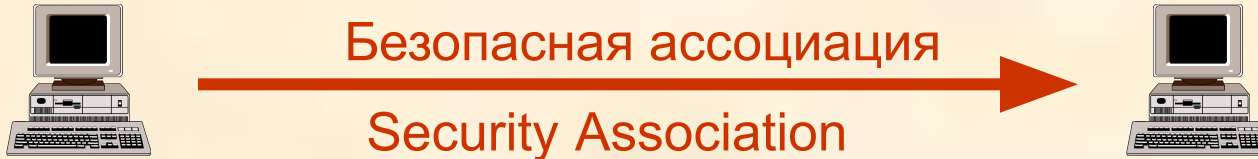
# Протокол ESP



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

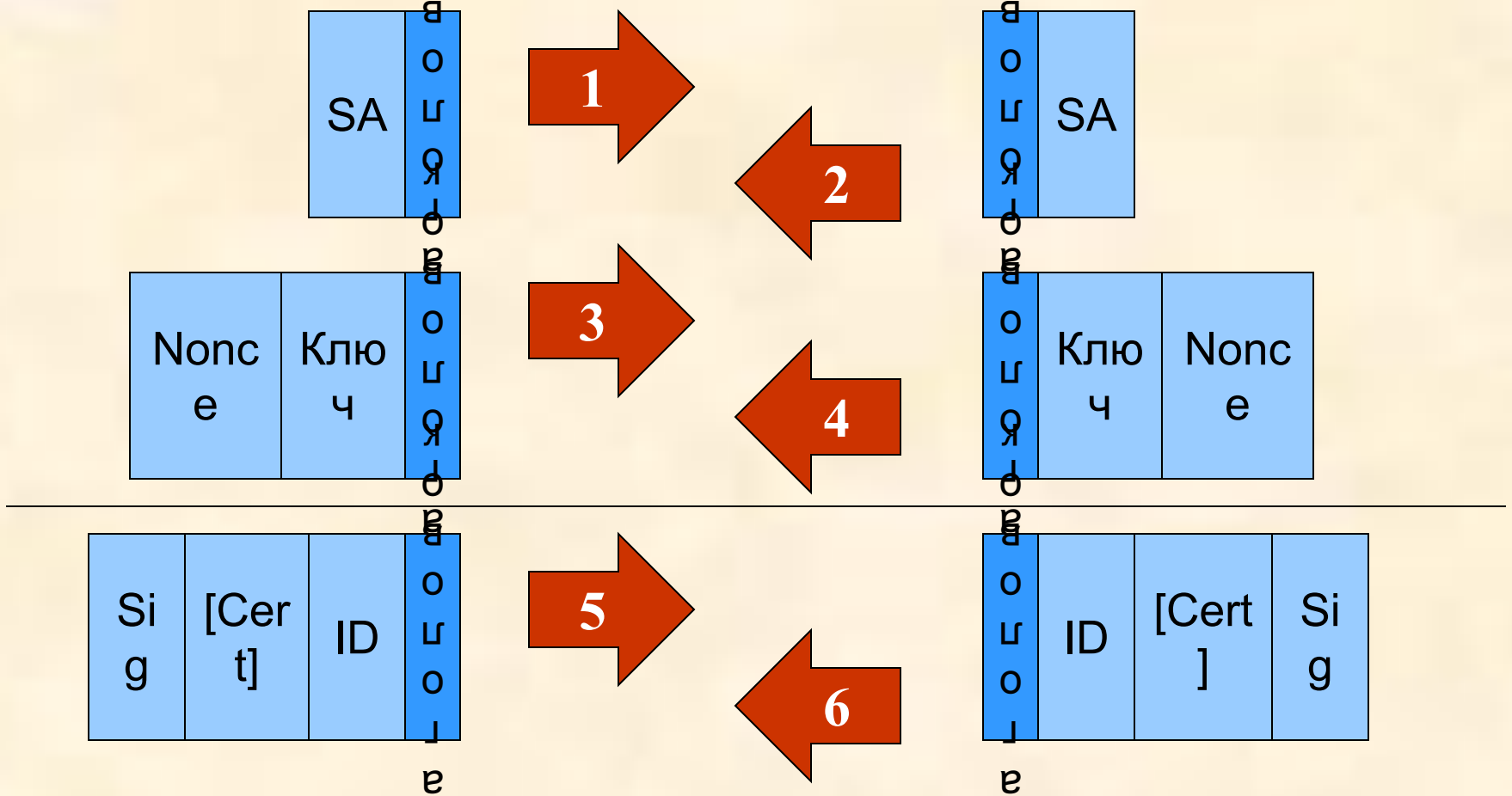
- Согласование всех параметров, ассоциируемых с общим каналом SA

**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 for this frame shows the following structure:

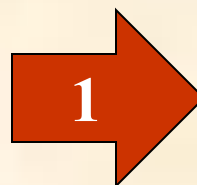
- FRAME: Base frame properties
- ETHERNET: ETYPE = 0x0800 : Protocol = IP: DOD Internet Protocol
- IP: ID = 0x7AB9; Proto = UDP; Len: 160
- UDP: Src Port: ISAKMP, (500); Dst Port: ISAKMP (500); Length = 140 (0x8C)
- ISAKMP: Major Version: 1 Minor Version: 0 Length: 132**
- ISAKMP: Initiator cookie = 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)

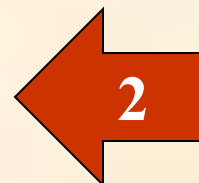
| Frame | Time      | Src MAC Addr | Dst MAC Addr | Protocol | Description          |
|-------|-----------|--------------|--------------|----------|----------------------|
| 2     | 26.317843 | NETRON934D1E | 0050BF7C791C | ISAKMP   | Major Version: 1 Mir |
| 3     | 26.317843 | 0050BF7C791C | NETRON934D1E | 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)

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

File Edit Display Tools Options Window Help

| 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

Summary of the ISAKMP Packet F#: 4/21 Off: 42 (x)

Открытый ключ

Случайное число

Запрос сертификата

3

# 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

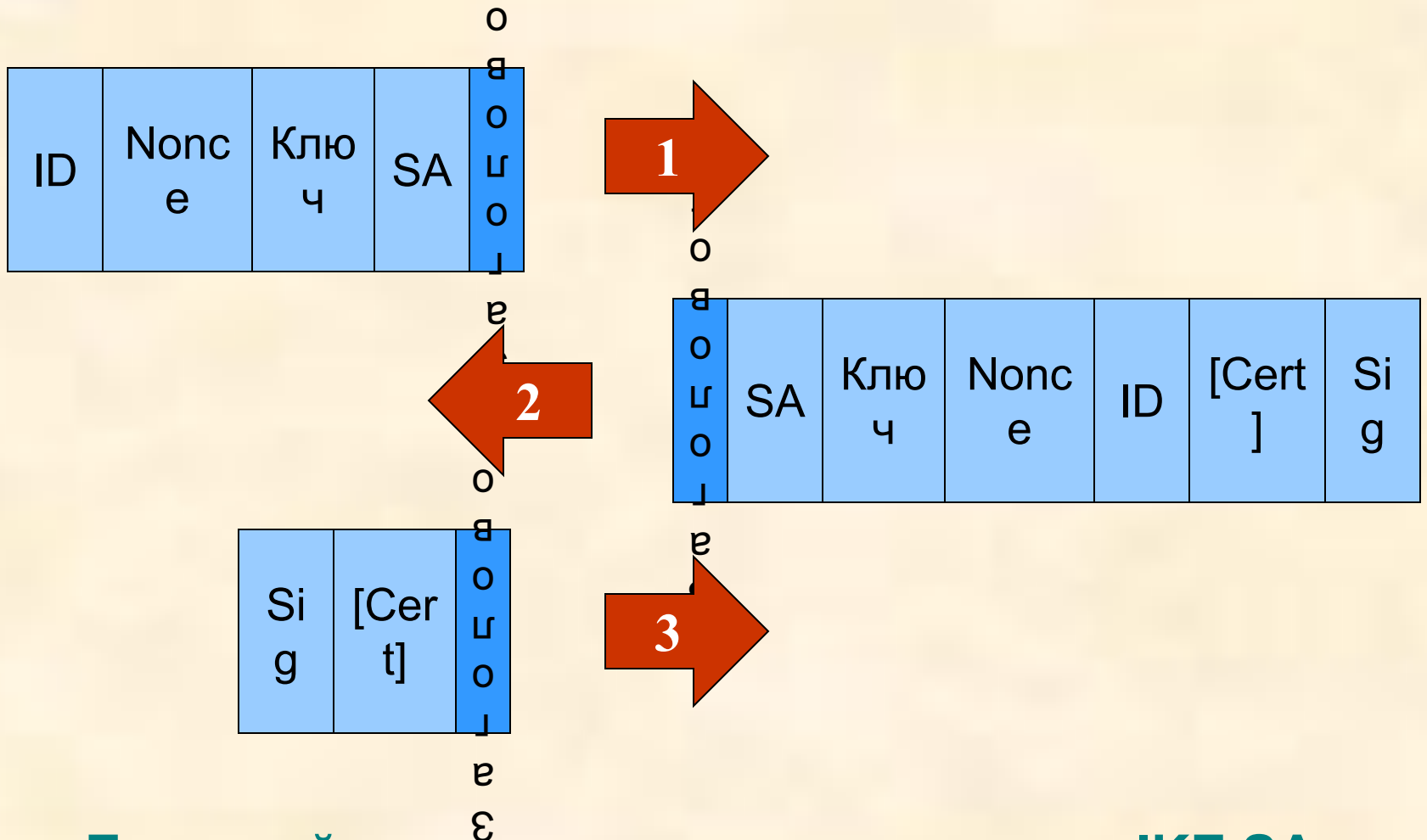
В нескольких пакетах



# Протокол IKE

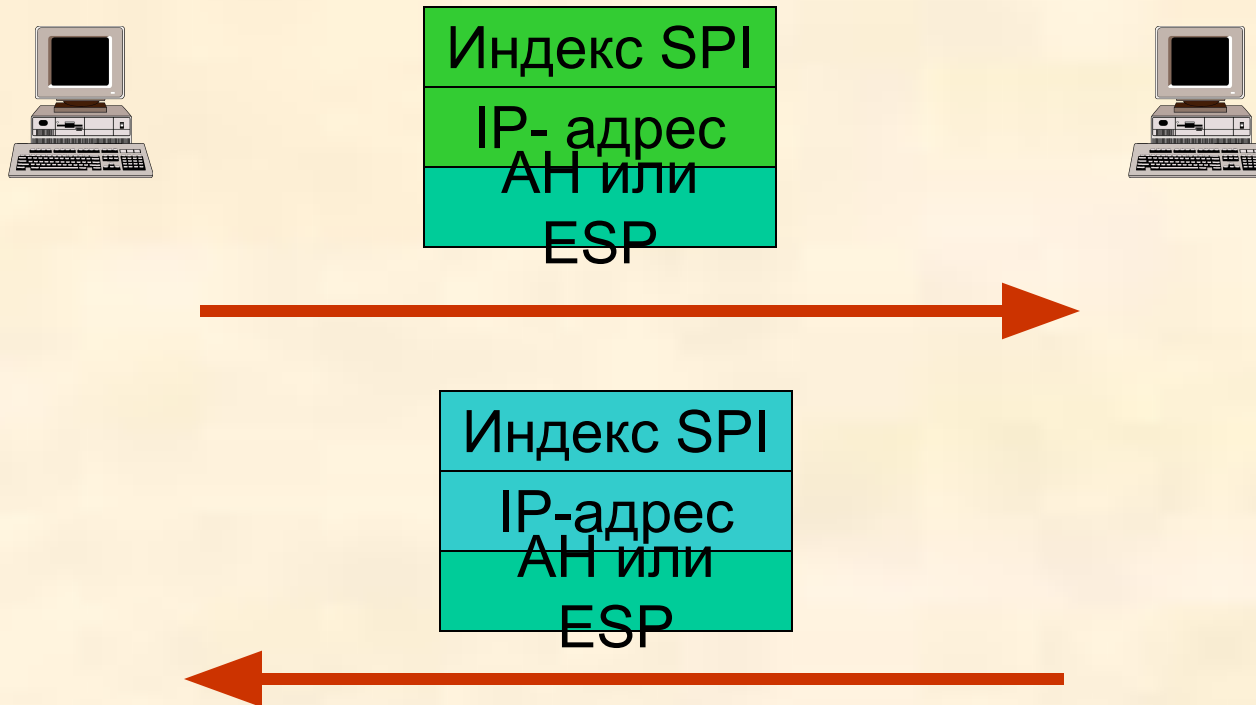
Иницилирующая сторона

Отвечающая сторона



**Быстрый режим установления канала IKE SA**

# Протокол IKE



**Согласование параметров канала SA**