Шифрование с открытым ключом

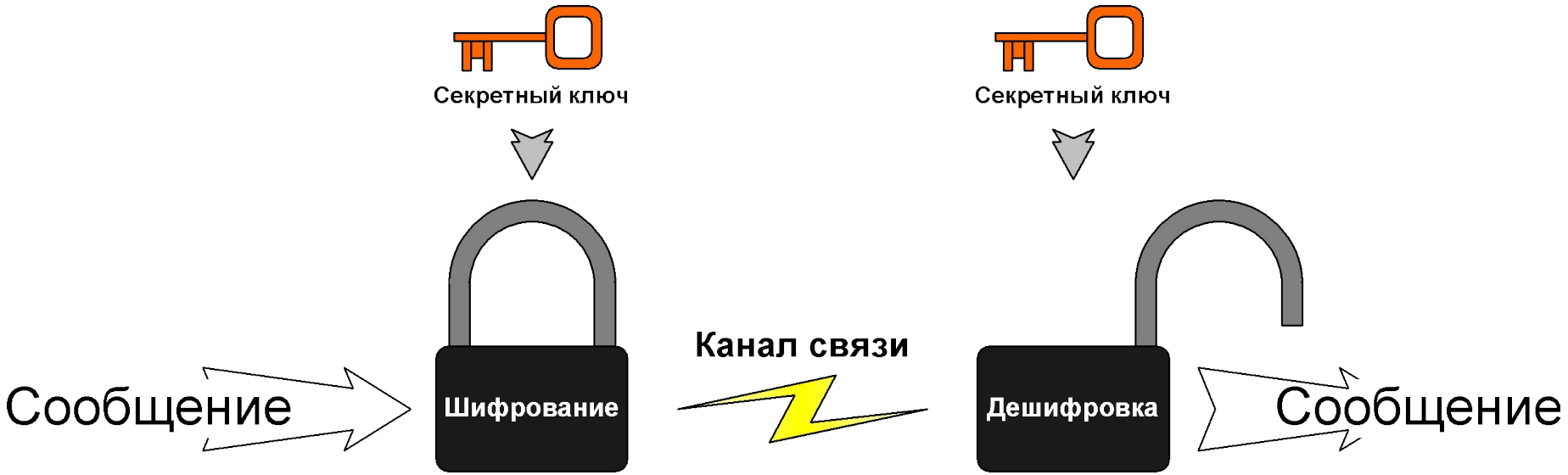
АЛГОРИТМ RSA

< Симметричный шифр

- **Симметричный шифр** – метод передачи шифрованной информации, в котором зашифровывающий и расшифровывающий **ключи совпадают.**

- *Стороны, обменивающиеся зашифрованными данными, должны знать* ***общий секретный ключ.***

Симметричный шифр



< Симметричный шифр

- **Достоинства:**
- Всего один зашифровывающий / расшифровывающий ключ

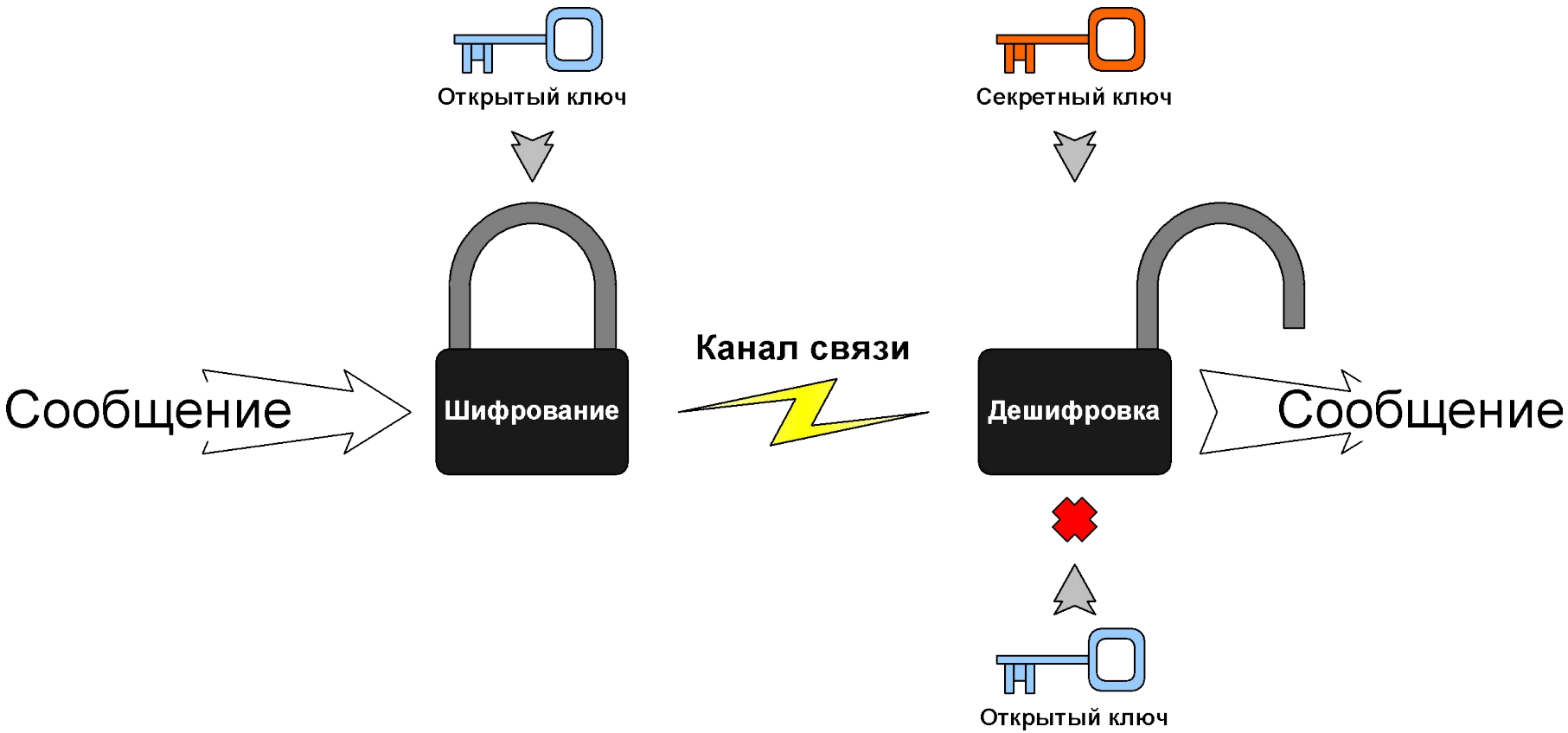
- **Недостатки:**
- Процесс обмена информацией о секретном ключе представляет собой брешь в безопасности.
- Для передачи секретного ключа необходим закрытый канал связи.

< Ассиметричный шифр

- **<u>Ассимметричный шифр</u>** – метод передачи шифрованной информации, в котором зашифровывающий и расшифровывающий **ключи не совпадают.**

- ***Ассиметричное шифрование является односторонним процессом***.
- *Данные шифруются только открытым ключом*
- *Расшифровываются только секретным*
- *Открытый и секретный ключ связаны между собой.*

Ассиметричный шифр



< Ассиметричный шифр

- **Достоинства:**
  - Для передачи ключа не нужен закрытый канал связи.
  - Открытый ключ может быть свободно распространен, это позволяет принимать данные от всех пользователей.
- **Недостатки:**
  - Ресурсоемкий алгоритм шифрования / дешифрирования

< Виды ассиметричных шифров

- **RSA**
  - Rivest-Shamir-Adleman (Ривест-Шамир-Адлеман)
- **DSA**
  - Digital Signature Algorithm (Алгоритм цифровой подписи)
- **EGSA**
  - El-Gamal Signature Algorithm (Алгоритм ЭЦП Эль-Гамаля)
- **ECC**
  - Elliptic Curve Cryptography (Криптография эллиптической кривой)
- **ГОСТ Р 34.10-94**
  - Российский стандарт схожий с DSA
- **ГОСТ Р 34.10-2001**
  - Российский стандарт схожий с ECC

Алгоритм RSA

- RSA (1977 г.) – криптографическая система открытого ключа. Обеспечивает такие механизмы защиты как шифрование и цифровая подпись.
  - Цифровая подпись (ЭЦП) – механизм аутентификации, позволяющий проверить принадлежность подписи электронного документа его владельцу.
- Алгоритм RSA используется в Internet, к примеру в:
  - S/MIME
  - IPSEC (Internet Protocol Security)
  - TLS (которым предполагается заменить SSL)
  - WAP WTLS.

< Алгоритм RSA: Теория

- В основу асимметричных криптосистем кладётся одна из сложных математических проблем, которая позволяет строить односторонние функции и функции-лазейки.
- В основе алгоритма RSA лежит вычислительная проблема разложения больших чисел на простые множители.

Алгоритм RSA: Теория

- Односторонняя функция – функция, которая вычисляется только прямо, т.е. не обращается.
  - Возможно найти $f(x)$, зная x, но невозможно обратное.
- **Односторонней функцией в RSA служит функция для шифрования.**

- Лазейка – некий секрет, зная который можно обратить одностороннюю функцию.
- **Лазейкой в RSA является секретный ключ.**

< Алгоритм RSA: Реализация

1. Выбираются два случайных простых числа ***p*** и ***q*** заданного размера
   - $p = 3$
   - $q = 11$
2. Вычисляется модуль, ***n***
   - $n = p \cdot q = 33$
3. Вычисляется значение функции Эйлера $\varphi(n)$
   - $\varphi(n) = (p-1) \cdot (q-1) = 20$

< Алгоритм RSA: Реализация

4. Выбирается целое число $1 < e < \varphi(n)$ $[1 < e < 20]$ взаимно простое со значением функции $\varphi(n) = 20$
   - $e = 3$
   - ***e*** – открытая экспонента
5. Вычисляется число ***d***, мультипликативно обратное к числу ***e***, т.е. $d \cdot e \left(\mathrm{mod}\ \varphi(n) \right) = 1$
   - $d = 7$
   - ***d*** – секретная экспонента
6. Открытый ключ $P = \{e, n\}$
7. Секретный ключ $S = \{d, n\}$

< Алгоритм RSA: Реализация

- **Шифрование**
- Формула для шифрования $b_i = a_i^e \pmod n$
- Возьмем к примеру сообщение $a = \{C, R, Y, P, T, O\}$
- Запишем его кодом в соответствии с алфавитом
  - $a = \{3, 18, 25, 16, 20, 15\}$
- Результат: $b = \{27, 24, 16, 4, 14, 9\}$
- Пример: $16 = 25^3 + 473 \cdot 33$

$$27 = 3^3 \pmod{33} \qquad 4 = 16^3 \pmod{33}$$

$$24 = 18^3 \pmod{33} \qquad 14 = 20^3 \pmod{33}$$

$$16 = 25^3 \pmod{33} \qquad 9 = 15^3 \pmod{33}$$

< Алгоритм RSA: Реализация

- **Дешифрирование**
- Формула для дешифрирования $a_i = b_i^d \pmod n$
- Шифрованное сообщение $b = \{27, 24, 16, 4, 14, 9\}$
- Результат: $a = \{3, 18, 25, 16, 20, 15\}$
- В соответствии с алфавитом: $a = \{C, R, Y, P, T, O\}$
- Пример: $25 = 16^7 + 8134407 \cdot 33$

$$3 = 27^7 \pmod{33} \qquad 16 = 4^7 \pmod{33}$$

$$18 = 24^7 \pmod{33} \qquad 20 = 14^7 \pmod{33}$$

$$25 = 16^7 \pmod{33} \qquad 15 = 9^7 \pmod{33}$$

Заключение

- Алгоритмы ассиметричного шифрования используют как вспомогательный инструмент для передачи небольших объемов информации, к примеру секретных ключей симметричного шифра.
- Такие гибридные системы получили широкое распространение и классический алгоритм RSA сейчас является частью множества других безопасных протоколов передачи данных.