

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭСЭЕ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

# Криптографические протоколы. Протокол Girault.

Выполнила студентка Б01-907

Юлия Прохорова

## Содержание

<b>1. Введение</b>	<b>2</b>
<b>2. Общая теория</b>	<b>2</b>
2.1. Протоколы	3
2.1.1. Протокол с посредником	3
2.1.2. Арбитражные протоколы	3
2.1.3. Самодостаточные протоколы	4
2.1.4. Попытки вскрытия протоколов	4
2.2. Распространение ключей	4
<b>3. Протокол Girault</b>	<b>5</b>
3.1. Протокол аутентификации Жиро	6
3.2. Схема Жиро	6
<b>4. Криптографическая стойкость</b>	<b>6</b>
<b>5. Литература</b>	<b>6</b>

Кто владеет информацией, тот владеет и миром.

Натан Майер Ротшильд

## 1. Введение

Криптографию называют наукой или даже искусством безопасных сообщений. Криптография встречается и в повседневной жизни, например, можно зашифровать ваш личный дневник, чтобы никто другой не смог его прочитать. Но здесь мы поговорим о криптографии, которая защищает важные файлы, документы или банковские счета от любого, кто попытается их прочесть.

Брюс Шнайер пишет: "Если я беру письмо, кладу его в сейф где-нибудь в Нью-Йорке, затем велю Вам прочитать это письмо, то это не безопасность. Это непонятно что. С другой стороны, если я беру письмо и кладу его в сейф, затем передаю этот сейф Вам вместе с детальным описанием, передаю также сотню подобных сейфов с их комбинациями, чтобы Вы и лучшие "медвежатники мира" могли изучить систему замков, а вы все равно не сможете открыть сейф и прочитать письмо - вот это и есть безопасность."

Современная криптография - обширная область знаний, сложившаяся в результате серьезных исследований на протяжении последних десятков лет. Данная работа направлена на то, чтобы познакомить читателя с криптографическими протоколами, а именно с протоколом Girault. Но не обо всем сразу. Начнем с основных понятий и терминов.

## 2. Общая теория

Обычная ситуация, которую рассматривают, когда изучают криптографию:

- есть две стороны: отправитель и получатель;
- первый хочет послать сообщение второму;
- при этом отправлять сообщение необходимо безопасным образом - чтобы любой перехвативший не смог его прочесть.

В данном случае само сообщение будет называться **открытым текстом**. Изменение сообщения так, чтобы не была понятна его суть - это **шифрование**, полученный текст - **шифротекст**. **Дешифрованием** же называется процесс преобразования шифротекста в открытый текст. **Шифр** представляет собой обратимую математическую функцию, используемая для шифрования и дешифрования.

Шифрование разделяют на две основные группы: **симметричные** и соответственно **асимметричные**. Для обеих групп необходимо наличия ключа для шифрования и дешифрования, однако в разных группах реализация отличается. В случае симметричных шифров есть два варианта:

- обе операции используют один и тот же ключ  $K$ ;
- ключ дешифрования  $K_2$  можно получить из ключа шифрования  $K_1$  простейшей операцией;

Группу симметричных шифров разделяют на:

- **блочные**
  - за одну операцию шифрования происходит преобразование одного блока данных;
  - размеры блоков одинаковы;
  - результат шифрования блока может зависеть от предыдущего;
- **поточковые**
  - работают с каждым символом открытого текста по отдельности;

Вернемся к асимметричным шифрам. Как читатель, вероятно, уже догадался - для таких шифров ключ для дешифрования  $K_2$  получить из ключа шифрования  $K_1$  сложно.

## 2.1. Протоколы

**Протокол** - порядок действий, предпринимаемых сторонами, чтобы решить поставленную задачу. Каждое действие должно выполняться в свою очередь и только после окончания предыдущего.

Каждый протокол должен обладать следующими характеристиками:

- **Известность** - каждый участник протокола должен знать протокол и последовательность составляющих его действий;
- **Согласованность** - каждый участник протокола должен согласиться следовать ему;
- **Отсутствие противоречий (прозрачность)** - каждое действие должно быть определено так, чтобы не было возможности непонимания;
- **Полнота** - каждой ситуации соответствует определенное заранее действие.

Используя криптографический протокол, участники протокола могут:

- безопасно передавать друг другу сообщения;
- делиться секретом друг с другом;
- случайно генерировать случайную последовательность;
- подтверждать свою подлинность;
- подписывать контракт одновременно.

Для демонстрации работы протоколов обычно обозначают его участников: Alice - начинает протокол, Bob - отвечает, также при необходимости третьих сторон появляются Carol и Dave.

Далее рассмотрим основные виды протоколов:

### 2.1.1. Протокол с посредником

**Посредник** - незаинтересованная 3я сторона, которая завершает протокол. Такой протокол используют, если стороны недоверяют друг другу. При этом все участники протокола принимают за истину все, что скажет посредник. Все его действия - правильные, и все стороны протокола уверены в том, что посредник выполнит свою часть протокола.

У данного протокола, как и любого другого существуют недостатки:

- сложно доверять безликому посреднику;
- компьютерная сеть должна обеспечить поддержку посредника;
- возможно возникновение задержек;
- посредник должен принимать участие в каждой транзакции, являясь узким местом в реализации протокола;
- при попытке взлома сети - посредник слабое звено, так как каждый участник протокола должен доверять ему.

### 2.1.2. Арбитражные протоколы

Арбитражный протокол делится на два подпротокола:

- протокол без посредника - он выполняется, если стороны смогли самостоятельно договориться;
- фактически протокол с посредником, которого приглашают в случае разногласия между сторонами (здесь посредника называют арбитром).

**Арбитр** - это незаинтересованное лицо, участвующее в протоколе. Арбитру доверяют обе стороны. Его приглашают для проверки честности выполнения протокола между сторонами. Хороший арбитражный протокол может не только определить факт мошенничества, но также и определить сторону, которой были совершены злодеяния. Такой протокол лишь обнаруживает мошенничество, но не предсказывает и не предотвращает его.

### 2.1.3. Самодостаточные протоколы

Такие протоколы считают лучшими, так как они обеспечивают полную честность сторон. Для такого протокола не требуется участие какого-либо посредника, даже в критические моменты. Протокол построен так, что при попытке смошенничать одной стороны - другая сразу узнает об этом, а протокол прекращает выполняться. Однако надо понимать, что не существует такого самодостаточного протокола, который подходил бы под все ситуации.

### 2.1.4. Попытки вскрытия протоколов

Существует много способов взломать протокол. Можно просто подслушивать протокол, пробуя добыть информацию - это **пассивное вскрытие**, здесь взломщик никак не воздействует на сам протокол. Такой тип взлома относится к взлому с использованием шифротекста. Его сложно обнаружить, поэтому протоколы стараются предотвратить их. Другой способ - **активное вскрытие**, по сути - просто изменение протокола. Например, можно попробовать подменить сообщение, повторное опровергнуть старое или внести новое.

Пассивные взломщики занимаются сбором информации и криптоанализом сообщений. Активные взломщики стараются получить доступ к ресурсам или ухудшить работу системы. Взломщиком может оказаться, кто угодно - даже участник протокола. Он может обманывать, выполняя протокол или наоборот не следовать протоколу вовсе. Такой взломщик - мошенник. Пассивные мошенники выполняют правила протокола, но стараются получить больше информации, чем предусмотрено протоколом. Активные нарушают работу протокола.

## 2.2. Распространение ключей

Для того чтобы создать и настроить надежную сеть необходимо безопасно распределять ключ - так, чтобы два конечных пользователя могли в одновременно получить секретный сессионный ключ шифрования.

Параметры, определяющие качество протокола распространения ключей:

- результатом работы протокола является секретный сессионный ключ;
- окончание протокола подразумевает под собой успешную взаимную аутентификацию абонентов;
- внешний пользователь не должен иметь возможность получить общий сессионный ключ с кем-то из внутренних пользователей;
- добавление и удаление участников из сети производится без уведомления всех участников сети.

Сети бывают с выделенным доверенным центром и без. Второй вариант плох тем, что с ростом количества участников сети, количество пар мастер-ключей растет с квадратичной скоростью.

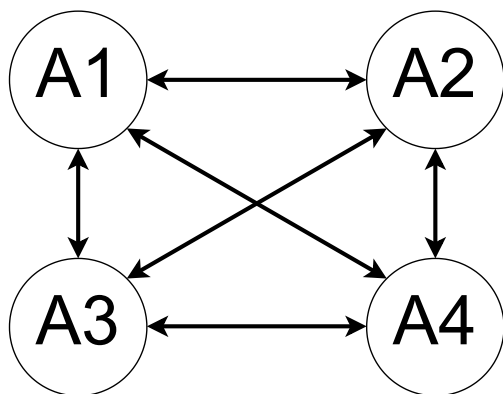


Рис. 1: Сеть без выделенного доверенного центра.

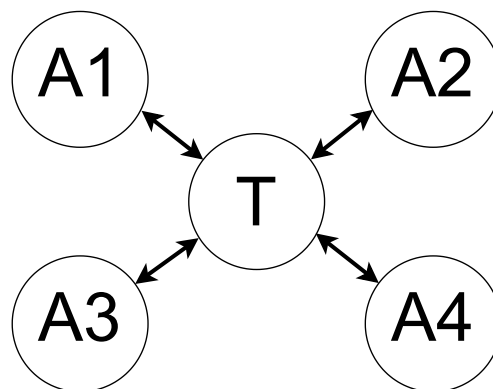


Рис. 2: Сеть с выделенным доверенным центром.

Протокол распространения ключей должен реализовывать следующие цели:

- аутентификация сторон протокола;
- защита от повтора;

- аутентификация ключа;
- подтверждение владения ключом;
- совершенная секретность;
- формирование новых ключей;
- ограниченная защита от атак и/или отказа в обсуживании.

Этап работы протокола с доверенным центром:

- 1) Доверенный центр создает секрет, известный только ему. Секрет из себя представляет пару из закрытого и открытого ключей.
- 2) Для каждого нового участника сети доверенный центр, используя секрет, вырабатывает сертификат, который позволяет новому участнику вырабатывать сеансовые ключи с другими участниками.
- 3) Здесь начинается общение участников. Они предъявляют друг другу идентификаторы, которые получили от доверенного центра. Далее используя эту информацию они могут сгенерировать секретный сеансовый ключ для общения между собой.

Изучим более подробно схемы распределения ключей с доверенным центром на примере протокола Жиро.

### 3. Протокол Girault

**Протокол Жиро** представляет из себя криптографический протокол, благодаря которому две стороны могут получить общий секретный ключ, не используя при этом явную сертификацию. Данный протокол использует полученный ключ для шифрования сообщений с помощью симметричного шифрования.

Схема Жиро решает проблему ранних протоколов, основанных на удостоверении личности. Теперь нет необходимости использовать свои личные данные, формируя скрытые сертификаты. Также ранее при возникновении противоречивых свидетельств у пользователя и подтверждающей стороны было невозможно определить, кто из них злоумышленник.

Жиро смог решить эту проблему, изменив процесс сертификации ключа. В этой схеме Жиро присутствует доверенный центр, который позволяет пользователям обмениваться информацией по надёжному защищённому каналу. Теперь только доверенный центр может генерировать скрытую сертификацию для этих ключей, а пользователь может сам выбрать свой закрытый ключ. Надёжность схемы Жиро строится на стойкости криптосистемы RSA.

Опишем общий алгоритм:

- 1) Начальный этап: доверенный центр Т
  - а) выбирает общий модуль  $n = p \cdot q$ , где  $p$  и  $q$  - большие простые числа;
  - б) далее выбирает пару из закрытого  $K_{T,priv} = (d, n)$  и открытого  $K_{T,pub} = (e, n)$  ключей;
  - в) выбирает элемент  $g$  поля  $Z_n^\times$  максимального порядка;
  - г) публикует в открытом доступе для участников параметры:  $n$ ,  $e$ ,  $g$ .
- 2) Основной этап: участники
  - а) выбирают себе закрытый ключ  $s$  (каждый свой) и идентификатор  $I$ ;
  - б) вычисляет  $v = g^{-s} \bmod n$ ;
  - в) отправляет  $v$  доверенному центру;
  - г) используя протокол аутентификации сторон участник доказывает доверенному центру Т, что владеет закрытым ключом, не раскрывая его значение;
  - д) получает от доверенного центра свой открытый ключ  $P = (v - I)^d = (g^{-s} - I)^d \bmod n$ ;
- 3) в результате для каждого участника будет выполняться  $P^e + I = g^{-sA} \bmod n$

### 3.1. Протокол аутентификации Жиро

Как проходит аутентификация пользователей между собой?

Пусть есть две стороны обычно их называют Alice и Bob, тогда процесс аутентификации между ними выглядит так:

- 1) Alice выбирает случайное  $R_A$  и передает Bob;

$$A \rightarrow \{I_A, P_A, t = g^{R_A} \bmod n\} \rightarrow B$$

- 2) Bob также выбирает случайное  $R_B$ ;

$$B \rightarrow \{R_B\} \rightarrow A$$

- 3) Alice вычисляет значение  $y$ , которое смогла посчитать благодаря  $R_B$ ;

$$A \rightarrow \{y = R_A + s_A \cdot R_B \bmod n\} \rightarrow B$$

- 4) Bob вычисляет  $v_A = P_A^e + I_A \bmod n$ ;

- 5) Bob проверяет, что  $t = g^y \cdot v_A^{R_B} \bmod n$ ;

Данный протокол построен на том, чтобы участник коммуникаций смог доказать, что он знает закрытый ключ, но при этом не сообщал значение этого ключа. При выполнении данного протокола вероятность того, что Bob примет сообщения Alice составляет практически 100%. В случае, если появится мошенник, который постарается выдать себя за участника протокола, то этот негодяй будет раскрыт с вероятностью  $1 - 2^{-30}$ .

### 3.2. Схема Жиро

**Схема Жиро** - протокол генерации сессионного ключа. Он также состоит из нескольких этапов обмена открытой информацией и вычисления ключа.

Ниже опишем алгоритм протокола:

- 1) Alice посылает свой открытый ключ и идентификатор;

$$Alice \rightarrow \{P_A, I_A\} \rightarrow Bob$$

- 2) Bob вычисляет  $K$ ;

$$K = (P_A^e + I_A)^{s_B} \bmod n$$

- 3) Bob высылает свои параметры;

$$Bob \rightarrow \{P_B, I_B\} \rightarrow Alice$$

- 4) Alice вычисляет  $K$

$$K = (P_B^e + I_B)^{s_A} \bmod n$$

В результате работы схемы стороны сгенерировали одинаковый общий сеансовый ключ.

$$K_{AB} = (P_A^e + I_A)^{s_B} = (g^{-s_A})_B^s = g^{-s_A s_B} \bmod n;$$

$$K_{BA} = (P_B^e + I_B)^{s_A} = (g^{-s_B})_A^s = g^{-s_A s_B} \bmod n;$$

$$K = K_{AB} = K_{BA} \bmod n;$$

Данная схема обеспечивает аутентификацию ключа - только легальные пользователи могут вычислить корректное значение общего сессионного ключа.

## 4. Криптографическая стойкость

## 5. Литература

### Список литературы

- [1] Брюс Шнайер - "Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке С."
- [2] Венбо Мао - "Современная криптография. Теория и практика."
- [3] Википедия - "Протокол Жиро."
- [4] М. Girault - "Self-Certified Public Keys. С. 490—497."