

# БДЗ по прикладной криптографии

Фирсов Георгий, М21-507

6 мая 2022 г.

## Содержание

Задание 1 . . . . .	2
Задание 2 . . . . .	2
Задание 3 . . . . .	3
Задание 4 . . . . .	3
Задание 5 . . . . .	3
Задание 6 . . . . .	3
Задание 7 . . . . .	3
Задание 8 . . . . .	3
Задание 9 . . . . .	3
Задание 10 . . . . .	3
Задание 11 . . . . .	3
Задание 12 . . . . .	3

## Задание 1

Анна генерирует два числа  $x \xleftarrow{R} \mathbb{Z}_1, y \xleftarrow{R} \mathbb{Z}_q$ , после чего отправляет Борису тройку  $(A_0, A_1, A_2) = (g^x, g^y, g^{xy+a})$ .

Борис генерирует свои два числа  $r \xleftarrow{R} \mathbb{Z}_q, s \xleftarrow{R} \mathbb{Z}_q$ , а затем отправляет Анне следующую пару:  $(B_1, B_2) = (A_1^r \cdot g^s, (A_2/g^b)^r \cdot A_0^s)$ . Заметим, что:

$$\begin{aligned} B_1 &= A_1^r \cdot g^s = g^y \cdot g^s = g^{y+s} \\ B_2 &= (A_2/g^b)^r \cdot A_0^s = g^{xy+a} \cdot g^{-b} \cdot g^{xs} = g^{x(y+s)+a-b} \end{aligned}$$

Если  $B_1$  возвести в степень  $x$  и затем умножить на обратный к полученному элемент число  $B_2$ , то получится  $g^{a-b}$ :

$$\begin{aligned} B_1^x &= (g^{y+s})^x = g^{x(y+s)} \\ B_2 \cdot (B_1^x)^{-1} &= g^{x(y+s)+a-b} \cdot g^{-x(y+s)} = g^{a-b} \end{aligned}$$

Если  $a = b$ , то  $g^{a-b} = g^0 = e_{\mathbb{G}}$ . Это свойство и можно использовать для проверки равенства чисел  $a$  и  $b$ .

**Ответ:** в) Анна проверяет равенство  $B_2/B_1^x = 1$ .

## Задание 2

Так как числа  $p, a, b$  общеизвестны, то считаю, что при разработке программы все *возможные* вычисления с данными параметрами выполняются заранее (то есть, собственно, на этапе разработки программы). Несложно увидеть, что:

$$\begin{aligned} H^{(n)}(x) &= \underbrace{H_{p,a,b}(H_{p,a,b}(\cdots H_{p,a,b}(x) \cdots))}_{n \text{ раз}} = \underbrace{a(a(\cdots ax + b \cdots) + b)}_{n \text{ раз}} = \\ &= a^n x + b \sum_{j=0}^{n-1} a^j \pmod p \end{aligned}$$

Обозначим:

$$\begin{aligned} a' &:= a^n \pmod p \\ b' &:= b \sum_{j=0}^{n-1} a^j \pmod p \end{aligned}$$

Тогда:

$$H^{(n)}(x) = a'x + b' \pmod p$$

Значения  $a'$  и  $b'$  возможно вычислить предварительно на этапе разработки программы, что позволит вычислять функцию  $H^{(n)}$  так же быстро, как и  $H_{p,a,b}$ .

Но может случиться так, что числа  $p, a, b$  *заранее* не известны (например, меняются с течением времени). Таким образом, возникает потребность поддержки вычисления  $a', b'$  на лету. В таком случае заметим, что:

$$\sum_{j=1}^{n-1} a^j = (a^{n-1} - 1) \cdot (a - 1)^{-1} \pmod p$$

При больших  $n$  возведение в степень  $n - 1$  потребует примерно столько же операций, сколько и возведение в степень  $n$ . Заметим, что возведение в степень можно производить, пользуясь следующей идеей:  $a^4 = a^2 \cdot a^2, a^8 = a^4 \cdot a^4$  и т.д. Данный алгоритм требует асимптотически  $\log_2(n)$  умножений.

**Ответ:** а)  $H^{(n)}$  может быть вычислена так же быстро, как  $H_{p,a,b}$  (в случае известных заранее значений  $p, a, b$ ); г) вычисление  $H^{(n)}$  требует времени  $O(\log n)$  (в случае неизвестных заранее значений  $p, a, b$ ).

**Задание 3**

**Задание 4**

**Задание 5**

**Задание 6**

**Задание 7**

**Задание 8**

**Задание 9**

**Задание 10**

**Задание 11**

**Задание 12**