X Межрегиональная олимпиада по информатике и компьютерной безопасности (2015-2016 учебный год)

Условия задач заключительного этапа

11 КЛАССЫ

Задача 1. Стеганография

Текстовый файл в кодировке ASCII (табл. 1) передается в сети пакетами. Каждый из них состоит из заголовка, данных и контрольной суммы:

Заголовок			**Данные**	**Выравнивание до целого числа байт**	**Контрольная сумма**
Адрес источника	Адрес назначения	Размер данных (число бит)			1 байт (количество единиц по модулю 256 в бинарном представлении поля данных)
6 байт	6 байт	2 байта			

Вася обнаружил в исходящем сетевом трафике своего компьютера несколько странных пакетов и догадался, что в них содержится скрытое сообщение. Помогите Васе определить, что именно нем было передано?

```
00112233221100998877665500518888888888888888888D33C
00112233221100998877665500698888888888888888888888888F745
00112233221100998877665500298888888888EF34
00112233221100998877665500398888888888888F237
00112233221100998877665500698888888888888888888888888E442
```

Решение.

Структура пакета напоминает сетевой протокол Ethernet. В заголовках присутствует обязательно MAC-адрес источника (6 байт), MAC-адрес получателя (6 байт), размер пакета (вычисляется автоматически). Контрольная сумма вычисляется автоматически.

Пользователь может повлиять на значение следующих полей пакета:

- поле данных,
- поле размера пакета (вычисляется исходя из размера поля данных).

В поле данных обнаруженных пакетов можно заметить следующие особенности:

1) содержимое поля данных пакетов повторяется;
2) читаемых данных (учитывая ASCII-таблицу) в них нет.

По указанным особенностям можно сделать предположение, что в теле пакетов скрытых данных нет. Остается другая часть пакета – заголовок.

Если рассматривать поле данных обнаруженных пакетов, то можно заметить следующую особенность: поле данных содержит одинаковую информацию («8»), но при этом для каждого пакета имеет различный размер.

По указанной особенности можно сделать предположение, что полезная информация передавалась путем формирования пакетов определенного размера. Если взять значения, которые необходимо добавить для выравнивания пакета до целого числа байт, то можно заметить, что в ASCII-таблице им соответствуют читаемые буквы. В результате анализа всех

пакетов получаем сообщение из 5 символов с кодами 0x53, 0x77, 0x6F, 0x72, 0x64, что соответствует слову *«Sword»*.
Ответ: *«Sword»*

<u>Задача 2.</u> Вирус

Полиморфный вирус дописывает к заражаемой программе: код расшифровщика, команду безусловного перехода, случайные байты и вредоносный код:

Код расшифровщика	Код заражаемой программы	E9(JMP) (1 байт)	Смещение (2 байта)	Случайные байты	Вредоносный код

При этом вредоносный код записывается в зашифрованном виде. Ниже приведена функция, которая использовалась для шифрования:

```
// crypto_const – неизвестная константа;
char encode(char code, const char crypto_const)
{
      return (code ^ crypto_const);
}
```

Кроме того, известно, что для перехода на начало собственно вредоносного кода применяется команда безусловного перехода *JMP*, которая в незашифрованном виде имеет код E9. После этого следуют 2 байта величины смещения относительно следующей команды. Найдите первые 4 байта расшифрованного вредоносного кода, если известно, что величина этого смещения не больше 250 байт.
Фрагмент кода программы после внедрения вируса:

```
…
41 0d 61 01 60 44 69 48 24 28 60 24 2d 2d 41 04 4c 49 05 24 00 28 60 04 41
0d 61 48 4c 04 41 45 20 6c 40 20 20 29 6c 69 41 60 64 04 41 08 20 2c 49 05
2c 49 48 49 49 49 0d 20 64 49 68 25 84 6d 78 9d 98 68 60 60 28 60 60 68 60
04 20 29 60 24 2d 60 24 2d 01 24 c7 b4 d9 38 6c
…
```

Комментарий. В Вашем распоряжении имеется бинарный файл «*virus.bin*», содержащий указанный фрагмент бинарного кода.

Решение.

Необходимо перебрать все константы от 0x00 до 0xff, выполнив при этом команду «побайтового исключающего ИЛИ» между каждым байтом кода программы и выбранной константой. Перебор осуществляется до тех пор, пока в результирующем бинарном коде не появятся подряд идущие байты «e9» и «00», которые соответствуют коду команды безусловного перехода *JMP* и первому байту смещения. За байтом «00» будет следовать второй, значащий байт со смещением. Необходимо отсчитать это смещение от текущей позиции и взять четыре байта кода начала вируса.

Ответ: aa d9 b4 55

Задача 3. Протокол

Алексею необходимо передать Виктории пароль из пяти символов к учетной записи на сайте. Для того, чтобы пароль не был перехвачен, Виктория предлагает использовать следующий способ:

1. Алексей преобразует пароль (параметр *psw*) с помощью приведенной ниже функции, используя при этом известный только ему ключ (параметр *key*). Полученную строку отправляет Виктории.

```
char * E(char psw[5], char key[5])
{
      char *res = new char[5];
      for(inti = 0 ; i<5 ; i++)
      {
      res[i] = (psw[i] + key[i])%256;
      }
      return res;
}
```

2. Виктория с помощью этой же функции преобразует полученную строку, указывая ее в качестве параметра *psw*, но используя свой ключ, известный только ей. Результат преобразования отправляется Алексею.

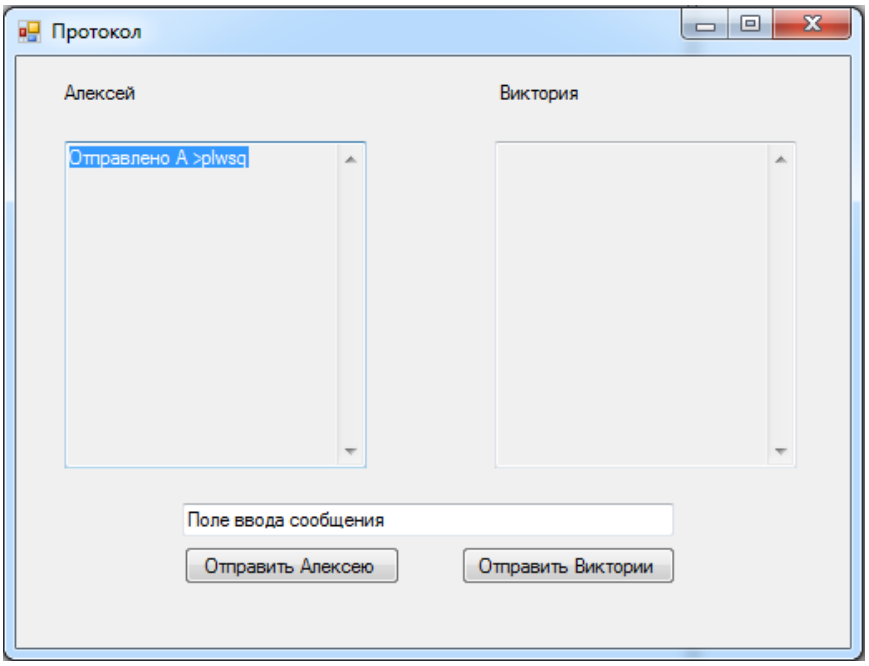
3. Алексей передает в функцию, приведенную ниже, в качестве параметров полученную от Виктории строку и свой исходный ключ:

```
char * D(char msg[5], char key[5])
{
      char *res = new char[5];
      for(inti = 0 ; i<5 ; i++)
      {
            res[i] = (msg[i] - key[i])%256;
      }
      return res;
}
```

4. Возвращаемое функцией значение отправляется Виктории, по которому она восстанавливает пароль.

Алексей отказался от предложения Виктории, сославшись на то, что если не обеспечить подтверждение подлинности абонентов, то нарушитель сможет узнать пароль при перехвате отправляемых по сети строк. Прав ли Алексей? Какой пароль передавался Виктории, если в первом сообщении была перехвачена посланная Алексеем строка ”lptwq”.

Комментарий. В Вашем распоряжении есть программа «Protocol.exe», моделирующая ситуацию, при которой нарушитель может перехватывать посылаемые сообщения. При помощи этой же программы Вы можете посылать любые сообщения Алексею от имени Виктории и Виктории от имени Алексея.



Решение.

Способ передачи пароля, предложенный Викторией, есть не что иное, как протокол Шамира-Ривеста-Адлемана передачи секретного ключа k от абонента A к абоненту B:

(1) A -> B : $E_{ka}(k)$

(2) A <- B: $E_{kb}(E_{ka}(k))$

(3) A -> B: $D_{ka}(E_{kb}(E_{ka}(k)))$,

где E – коммутирующее шифрующее преобразование: $E_{k1}(E_{k2}(x)) = E_{k2}(E_{k1}(x))$ при всех сообщениях x и для любых ключей k_1 и k_2, D – преобразование, которое расшифровывает шифрующее преобразование E.

Алексей прав, говоря о том, что если не обеспечить подтверждение подлинности абонентов, то нарушитель сможет узнать пароль при перехвате отправляемых по сети строк, что подтверждается наличием одной из известных слабостей протокола Шамира-Ривеста-Адлемана, которая основана на симметричности сообщений участников.

Использование атаки, реализующей описанную слабость данного протокола, может выглядеть следующим образом:

(1) A -> C(B) : $E_{ka}(k)$

(2) A <- C(B) : $E_{ka}(k)$

(3) A -> C(B) : k

Это позволяет ответить на второй вопрос задачи – для того, чтобы прочитать пароль, нарушителю достаточно осуществить доступ к сети от имени Виктории и повторить первое сообщение Алексея, а затем прочитать сообщение от Алексея. Это и будет словом, которое Алексей хотел передать Виктории. То есть, используя программу, необходимо сообщение «plwsq» передать Алексею от имени Виктории и прочитать ответ – «mhonk». Это и есть пароль, который Алексей собирался передать Виктории.

Ответ: mhonk

<u>Задача 4.</u> Дешифрование

Текстовый файл «*encrypttext.txt*»был получен, применяя 2015 раз функцию *Encrypt* (см. листинг 1) к исходному файлу. Расшифруйте файл «*encrypttext.txt*» по крайней мере в 1000 раз быстрее, чем он был зашифрован.

```
char * ReadMassFromFile(ifstream &inFile, int &outN)             //1
{
	char tempMass[10];                                                  //2
	char buff;                                                          //3
	int i(0);                                                           //4
	while (!inFile.eof() && (i<10))                                     //5
	{
		inFile.get(buff);                                           //6
		if (inFile) tempMass[i++] = buff;                           //7
	}
	char * outMass = new char [i];                                      //8
	for (int j = 0; j<i; j++) outMass[j] = tempMass[j];                 //9
	outN = i;                                                           //10
	return outMass;                                                     //11
}
void EncryptMass(char * Mass, int n)                                        //12
{
	if (n!=10) return;                                                  //13
	char temp[10];                                                      //14
	for (int i = 0; i < 10; i++)     temp[i] = Mass[i];                 //15
	for(int i=0;i<n;i++) Mass[(i*i*i*i*i+i*i*i+9*i+8)%10]=temp[i];      //16
	return;                                                             //17
}
void WriteMassToFile(ofstream &outFile, char * mass, int n)                 //18
{
	for (int i=0; i<n; i++) outFile.put(mass[i]);                       //19
	delete [] mass;                                                     //20
	return;                                                             //21
}
int Encrypt(char * inFile, char* outFile)                                   //22
{
	ifstream openText(inFile);                                  //23
	ofstream encryptText(outFile);                                      //24
	if (!openText || !encryptText) return -1;                           //25
	while (!openText.eof())                                             //27
	{
		int n;                                                      //28
		char *buffMass = ReadMassFromFile(openText, n);             //29
		EncryptMass(buffMass, n);                                   //30
		WriteMassToFile(encryptText,buffMass, n);                   //31
	}
	return 1;                                                           //32
}
```

Листинг 1. Исходный код программы шифрования исходного файла

Решение.

Рассмотрим функцию *Encrypt*(строки 22-32). Чтение блока данных перед шифрованием осуществляет функция *ReadMassFromFile*. В результате ее работы считывается блок данных длинной 10 байт из входного файла (строка 5). Полученный массив передается функции *EncryptMass*, которая преобразует его. Затем функция *WriteMassToFile* записывает преобразованные данные в выходной файл. Таким образом,

непосредственное шифрование происходит в функции *EncryptMass*, которая осуществляет перестановку элементов массива. Новый индекс элемента с номером i вычисляется по формуле i^5+i^3+9i+8 (строка 16). Эта формула задает следующее отображение

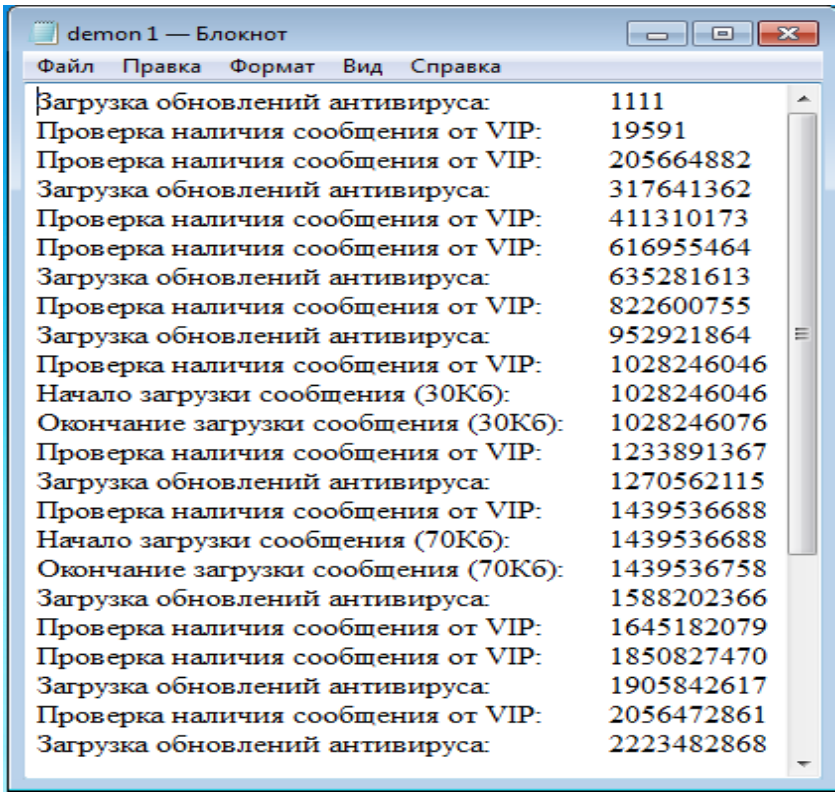
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	9	6	5	2	3	4	1	0	7

Рассмотрим, как действует это преобразование применённое несколько раз:
0→8→0 : цикл длины 2;
9→7→1→9 : цикл длины 3;
6→4→2→6: цикл длины 3;
5→3→5: цикл длины 2.
Таким образом, после применения этого преобразование 6 раз подряд будет получен начальный текст. По условию задачи, преобразование применялось 2015 раз. Так как 2015 = 6*335 + 5, то для получения открытого текста необходимо применить функцию *Encrypt* к файлу *encrypttext.txt* один раз.

Ответ: для получения открытого текста необходимо применить функцию *Encrypt* к файлу *encrypttext.txt* один раз.

Задача 5. Антивирус

Нарушителю удалось получить журнал работы двух периодически запускающихся процессов сервера – обновления антивируса и проверки почтовых сообщений. Кроме того, он знает, что если обновление антивируса стартует во время загрузки почтовых сообщений от некоторого абонента VIP, то загружаемое сообщение антивирусом не проверяется. Из-за использования пароля 111для почтового ящика VIP, нарушителю удалось получить к нему доступ. Сообщения от VIP загружаются со скоростью 1 Кбайт/сек, максимальный размер сообщения 100 Кбайт.



Опишите возможные действия нарушителя по внедрению на сервер вредоносного кода через почтовые сообщения от VIP. В какой минимальный момент времени может произойти внедрение вредоносного кода?

Решение.

Для внедрения на сервер вредоносного кода нарушитель может воспользоваться отсутствием проверки сообщений от VIP в момент загрузки обновлений антивируса.

Заметим, что «загрузка обновлений антивируса» запускается через один и тот же временной промежуток $T_A = 317640251$, а «проверка наличия сообщения» запускается через временной промежуток $T_S = 205645291$ от предыдущей проверки или окончания работы. Тогда нетрудно выписать общий вид времени моментов запуска каждого из процессов:

$$T_A(k) = T_A \cdot k + T_0;$$
$$T_S(n) = T_S \cdot n + T_0' + (r_1 + r_2 + \cdots + r_j);$$

где r_i – размер i-ого сообщения от абонента VIP.

Следовательно, условие одновременного запуска обоих процессов равносильно уравнению:

$$T_A \cdot k + T_0 = T_S \cdot n + T_0' + \left(r_1 + r_2 + \cdots + r_j\right)$$

или

$$T_A \cdot k - T_S \cdot n = T_0' - T_0 + \left(r_1 + r_2 + \cdots + r_j\right)$$

Левая часть уравнения обязательно делится нацело на наибольший общий делитель (НОД) чисел T_A иT_S, а тогда на этот же – НОД(T_A, T_S) должна делиться и правая часть.

С использованием алгоритма Евклида вычислим НОД(T_A, T_S) = 18181. Теперь нарушителю необходимо от имени VIP отправлять такие сообщения

r_i, что сумма $T_0' - T_0 + (r_1 + r_2 + \cdots + r_j)$ дает остаток «0» при делении на НОД(T_A, T_S). То есть отправить сообщения общего размера

$$\mathbf{НОД}(\boldsymbol{T_A}, \boldsymbol{T_S}) - \boldsymbol{T_0'} + \boldsymbol{T_0} = \mathbf{18181 - 19591 + 1111 = 299.}$$

Тогда

$$\frac{T_A}{\text{НОД}(T_A, T_S)} \cdot k + \frac{T_S}{\text{НОД}(T_A, T_S)} \cdot n = 1;$$

$$17471 \cdot k + 11311 \cdot n = 1$$

Минимальное время, через которое время запуска процессов совпадет, найдем небольшим перебором с использование следующей функции:

```
int MinKN(int a, int b)
{
int k=1;
while((a*k-1)%b!=0)
{
      k++;
}
return (k);
}
```

Вообще говоря, перебор значения k не превысит значения $\frac{T_S}{\text{НОД}(T_A, T_S)} =$ 11311. Найденное к = 2881;

Тогда метка времени есть $T_A \cdot k + T_0$ = 915121564 242

Ответ: Отправить 3 файла суммарного размера 299; метка времени, при которой возможна атака – 915 121 564 242.

Критерии определения призеров и победителей заключительного этапа

Каждая задача заключительного этапа олимпиады при проверке работ оценивалась по системе: “–”, “∓”, “±”, “+”. Затем, с учётом сложности задач, осуществлялся перевод в баллы, указанные в таблицах. Для каждой параллели классов (9-10 и 11) разработана своя система баллов.

Для 11 класса:

	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
–	0	0	0	0	0
∓	1	1	1	1	1
±	2	2-3	2-3	2	2-3
+	3	4-5	4	3-4	4

Для 9-10 класса:

	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
–	0	0	0	0	0
∓	1	1-2	1	1	1
±	2	3	2-3	2	2
+	3	4-5	4	3-4	3

Критерии определения победителей и призеров

Возрастная категория	**1 место**	**2 место**	**3 место**
11 класс	14 баллов и более	12-13 баллов	11 баллов
10 класс	18-19 баллов	17 баллов	16 баллов
9 класс	18-19 баллов	17 баллов	16 баллов