СБОРНИК ЗАДАЧ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ИМЕНИ И.Я. ВЕРЧЕНКО ПО ИНФОРМАТИКЕ И КОМПЬЮТЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗА 2019-2020 ГОДЫ С РЕШЕНИЯМИ

Москва 2020

Сборник задач межрегиональной олимпиады школьников имени И.Я. Верченко по информатике и компьютерной безопасности за 2019-2020 годы с решениями. – М., 2020. – 41 с.

Традиционно, начиная с 2006 года, Академией ФСБ России и Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупнённой группе специальностей и направлений подготовки 10.00.00 «Информационная безопасность» ежегодно проводится Межрегиональная олимпиада школьников имени И.Я. Верченко по информатике и компьютерной безопасности.

С 2016/17 учебного года Олимпиаде присваивается 2-й уровень по профилю «Компьютерная безопасность» и специальностям укрупнённой группы «Информационная безопасность».

Сборник содержит примеры задач, которые были предложены учащимся 8-11 классов на олимпиадах, проводимых в 2019/20 учебном году. При разборе решений читатель получает возможность познакомиться с некоторыми элементами методов защиты информации в компьютерных системах.

Сборник задач может быть использован не только при подготовке к олимпиадам, но и при изучении дисциплины «Информатика» и других дисциплин по специальностям укрупнённой группы «Информационная безопасность».

СОДЕРЖАНИЕ

8-10 КЛАССЫ

Задача 1. Парольная комбинация

Для входа в систему используется пароль, состоящий из трёх двузначных чисел, расположенных следующим образом:

`xx-xx-xx`

Известно, что пароль состоит из *3-х неповторяющихся простых чисел*. При этом, *последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа*, а *последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа*.

Пример:

`x1-17-7y`

Задержка между попытками входа в систему равна 1 секунде. За какое *минимальное* время (в секундах) можно *гарантированно* получить пароль, если на ввод пароля время не тратится, и количество попыток ввода пароля не ограничено?

Решение

Для начала необходимо найти все простые числа в диапазоне от 11 до 99 (двузначные числа). *Простым* является такое число, которое делится только на себя и на 1. Сделать это можно перебором, проверяя, не делится ли проверяемое число на какое-либо от 2-х до самого числа (либо половины числа).

Для ускорения напишем программу, которая выводит на экран все простые числа в указанном диапазоне.

Листинг программы на языке Python.

```
# Функция, определяющая, является ли число простым
# ПАРАМЕТР:
#  n - проверяемое число
# ВОЗВРАЩАЕТ:
#  True - число n простое
#  False - число n непростое
def isprime(n):
    if n == 1:
        return True
    for d in range(2, n//2):
        if n % d == 0:
            return False
    return True

# Цикл перебора чисел от 11 до 99
# Для каждого числа вызывается функция isprime()
# Если функция вернула True - число добавляется
# в массив list_input
# Счетчик Count считает количество простых чисел
Count = 0
list_input = []
for x in range(11,100):
    if isprime(x) == True:
        list_input.append(x)
        Count += 1
print(list_input)
print("Total:", Count)
```

Листинг программы на языке C.

```
// Функция, определяющая, является ли число простым
// ПАРАМЕТР:
//  n - проверяемое число
// ВОЗВРАЩАЕТ:
//  true - число n простое
//  false - число n непростое
bool isprime(int n)
{
   if (n == 1)
```

```
      return true;
   for (int d = 2; d < n / 2; d++)
      if (n % d == 0)
         return false;
   return true;
}


int main()
{
// Цикл перебора чисел от 11 до 99
// Для каждого числа вызывается функция isprime()
// Если функция вернула true - число добавляется
// в массив
// Счетчик Count считает количество простых чисел
    int Count = 0;
    int list_input[100] = { 0 };

    // Формирование массива простых чисел
    for (int x = 11; x < 100; x++)
    {
        if (isprime(x) == true)
        {
            list_input[Count] = x;
            Count += 1;
        }
    }

    // Вывод на экран
    for (int i = 0; i < Count; i++)
    {
        printf("%d ", list_input[i]);
    }
    printf("\nTotal: %d\n", Count);
    return 0;
}}
```

Результат работы программы:

```
11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71 73
79 83 89 97
Total: 21
```

Всего 21 простых чисел в диапазоне от 11 до 99. Теперь необходимо выделить все возможные комбинации, удовлетворяющие условию «*последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа*, а *последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа»*.

Сделать это можно перебором всех комбинаций. В цикле перебираем всевозможные числа и проверяем два условия:

- все числа разные;
- последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа, а последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа.

Если все условия выполнены, то увеличиваем значение счетчика. В результате счетчик будет содержать количество комбинаций, удовлетворяющих заданию. Поскольку задержка между вводом паролей равна 1 секунде, а после ввода последней комбинации задержки нет, то ответ – количество найденных комбинаций минус 1.

Пример программы представлен в листингах ниже.

Листинг программы на языке Python.

```
# Функция возвращает список всех комбинаций чисел,
# удовлетворяющих заданному условию паролей
# ПАРАМЕТР:
#    list_input - список чисел, из которых будет
#                 формироваться комбинация
# ВОЗВРАЩАЕТ:
#    list_combination - список комбинаций
#             из 3-х чисел, удовлетворяющих условию
def combination(list_input):
```

```
  list_combination = []
  for a in list_input:
    for b in list_input:
      for c in list_input:
        if a != b and b != c and a != c:
          if str(a)[-1] == str(b)[0] and
             str(b)[-1] == str(c)[0]:
            list_combination.append(str(a) +
                  "-" + str(b) + "-" + str(c))
  return list_combination

# Заполнение списка всеми простыми числами
# в заданном диапазоне
list_input = []
for x in range(11,100):
    if isprime(x) == True:
        list_input.append(x)

# Список, содержащий все комбинации,
# удовлетворяющие заданному условию
result_list = combination(list_input)

# Вывод всех комбинаций
for i in result_list:
    print(i)

# Вывод количества комбинаций
print("Total:", len(result_list))
```

Листинг программы на языке C.

```
// Функция выводит на экран все комбинации,
// удовлетворяющие условию
// ПАРАМЕТРЫ:
//    list_input - массив чисел, из которых будут
//                 строится комбинации
//    count - количество чисел в массиве list_input
// ВОЗВРАЩАЕТ:
//    выводит на экран комбинации, удовлетворяющие
//    условию
```

```
//  выводит на экран количество комбинаций
void combination(int list_input[], int count)
{
   int last_digit1;
   int first_digit2;
   int last_digit2;
   int first_digit3;
   int total = 0;
   for (int i = 0; i < count; i++)
      for (int j = 0; j < count; j++)
         for (int k = 0; k < count; k++)
         {
            if ( list_input[i] != list_input[j] &&
                 list_input[j] != list_input[k] &&
                 list_input[i] != list_input[k] )
            {
               // последняя цифра числа
               last_digit1 = list_input[i] % 10;
               // первая цифра числа
               first_digit2 = list_input[j] / 10;
               last_digit2 = list_input[j] % 10;
               first_digit3 = list_input[k] / 10;
               if ( last_digit1 == first_digit2 &&
                    last_digit2 == first_digit3 )
               {
                  printf("%d-%d-%d\n",
                        list_input[i], list_input[j],
                        list_input[k]);
                  total++;
               }
            }
         }
   // Вывод общего количества комбинаций
   printf("Total: %d\n", total);
}
```

В результате выполнения программы получим следующие данные:

```
11-13-31, 11-13-37, 11-17-71, 11-17-73, 11-17-79,
11-19-97, 13-31-11, 13-31-17, 13-31-19, 13-37-71,
13-37-73, 13-37-79, 17-71-11, 17-71-13, 17-71-19,
17-73-31, 17-73-37, 17-79-97, 19-97-71, 19-97-73,
19-97-79, 23-31-11, 23-31-13, 23-31-17, 23-31-19,
23-37-71, 23-37-73, 23-37-79, 29-97-71, 29-97-73,
29-97-79, 31-11-13, 31-11-17, 31-11-19, 31-13-37,
31-17-71, 31-17-73, 31-17-79, 31-19-97, 37-71-11,
37-71-13, 37-71-17, 37-71-19, 37-73-31, 37-79-97,
41-11-13, 41-11-17, 41-11-19, 41-13-31, 41-13-37,
41-17-71, 41-17-73, 41-17-79, 41-19-97, 43-31-11,
43-31-13, 43-31-17, 43-31-19, 43-37-71, 43-37-73,
43-37-79, 47-71-11, 47-71-13, 47-71-17, 47-71-19,
47-73-31, 47-73-37, 47-79-97, 53-31-11, 53-31-13,
53-31-17, 53-31-19, 53-37-71, 53-37-73, 53-37-79,
59-97-71, 59-97-73, 59-97-79, 61-11-13, 61-11-17,
61-11-19, 61-13-31, 61-13-37, 61-17-71, 61-17-73,
61-17-79, 61-19-97, 67-71-11, 67-71-13, 67-71-17,
67-71-19, 67-73-31, 67-73-37, 67-79-97, 71-11-13,
71-11-17, 71-11-19, 71-13-31, 71-13-37, 71-17-73,
71-17-79, 71-19-97, 73-31-11, 73-31-13, 73-31-17,
73-31-19, 73-37-71, 73-37-79, 79-97-71, 79-97-73,
83-31-11, 83-31-13, 83-31-17, 83-31-19, 83-37-71,
83-37-73, 83-37-79, 89-97-71, 89-97-73, 89-97-79,
97-71-11, 97-71-13, 97-71-17, 97-71-19, 97-73-31,
97-73-37
Total: 126
```

Всего таких комбинаций будет 126, следовательно, максимальное затраченное время будет равно

$$(126 - 1) * 1 \text{ сек} = 125 \text{ сек}.$$

Ответ: минимальное время, за которое можно гарантированно получить пароль, равно **125 секунд.**

Задача 2. Сетевой трафик

Был получен фрагмент сетевого трафика пользователя при взаимодействии с игровым сервером. Известно, что сервер работает по протоколу UDP и его порт назначения равен 8229. Структура UDP-дейтаграммы представлена ниже:

2 байта	2 байта	2 байта	2 байта	…
UDP-порт отправителя	UDP-порт получателя	Длина UDP-дейтаграммы	Контрольная сумма	Данные

Длина UDP-дейтаграммы включает в себя размер заголовка и размер данных в байтах.

Дамп трафика:

```
0B D7 20 25 00 16 1D DC 47 45 54 20 43 4F 4D 4D 41
4E 44 3A 20 25 20 25 0B D7 00 12 69 AF 53 45 54 20
43 4F 4F 52 44 3A 20 25 0B D7 00 12 25 C0 20 25 28
33 34 2C 35 34 29 00 0B D7 20 25 00 14 2C 8F 43 4F
4D 4D 41 4E 44 20 2D 20 4F 4B
```

Определите, какие данные *сервер отправил клиенту*.

Решение

Из условия задачи известно, что взаимодействие происходит между клиентом и сервером. Для адресации используется поле UDP-порт отправителя и UDP-порт получателя (на каждый из них выделяется по 2 байта). При этом, если порт сервера равен 8229, то в дейтаграммах, отправленных клиентом, поле «UDP-порт получателя» будет равно 8229. В дейтаграммах, отправленных сервером, поле «UDP-порт отправителя» будет равно 8229.

Число $8229_{10} = 2025_{16}$.

Анализируя трафик, можно заметить, что 3-й и 4-й байты равны «2025» – это поле «UDP-порт получателя». Значит, первая дейтаграмма отправлена клиентом серверу. Необходимо найти размер этой дейтаграммы (5-6 байты):

$$0016_{16} = 22_{10}.$$

Следующая дейтаграмма начинается с 23-го байта:

```
2025 0BD7 0012 69AF …
```

Как видно, 1-2 байты дейтаграммы равны 20 25 – это поле «UDP-порт отправителя». Это означает, что данная дейтаграмма была отправлена сервером клиенту. Размер данной дейтаграммы: $0012_{16} = 18_{10}$.

Вся дейтаграмма выглядит следующим образом:

```
2025 0BD7 0012 69AF 53 45 54 20 43 4F 4F 52 44 3A
```

Поле данных (10 байт): `53 45 54 20 43 4F 4F 52 44 3A`.

В соответствии с ASCII-таблицей, каждому байту соответствует символ. Получаем следующую строку:

SET COORD:

Анализируя дальнейший дамп трафика, можно заметить, что следующая дейтаграмма также начинается с байтов 2025, это означает, что следующая дейтаграмма также отправлена сервером клиенту:

```
2025 0BD7 0012 25C0 20 25 28 33 34 2C 35 34 29 00
```

Размер дейтаграммы равен $0012_{16} = 18_{10}$.

Поле данных (10 байт): `20 25 28 33 34 2C 35 34 29 00`

В соответствии с ASCII-таблицей, каждому байту соответствует символ. Получаем следующую строку:

_%(34,54)

Следующая дейтаграмма:

```
0BD7 2025 0014 2C8F 43 4F 4D 4D 41 4E 44 20 2D 20
4F 4B
```

Поле «UDP-порт назначения» равно 2025 – эта дейтаграмма отправлена клиентом серверу. Размер дейтаграммы $0014_{16} = 20_{10}$.

Больше дейтаграмм в дампе нет.

Таким образом, от сервера клиенту было отправлено две дейтаграммы со следующим содержимым:

SET COORD:_%(34,54)

Ответ: SET COORD:_%(34,54).

Задача 3. Шифрование

В системе используется следующий алгоритм шифрования текстовых сообщений: значение каждого следующего байта циклически сдвигается побитно влево *N* раз, где *N* – значение предыдущего зашифрованного байта. Первый байт сообщения не шифруется.

Расшифруйте предоставленный зашифрованный фрагмент текста:

```
53 2B 73 23 01 C2 D5 8E 1A 80 72 95 2E 5D AC 37 3A
```

Решение

Приведенный в задании алгоритм подразумевает, что первый байт не шифруется – $53_{16} = 83_{10}$, что соответствует символу '*S*'.

Следующий символ был зашифрован путем циклического сдвига влево 83 раза. Стоит отметить, что если значение байта циклически сдвинуть влево 8 раз, получится исходное значение байта. Таким образом, сдвиг влево 83 раза равен сдвигу влево 3 раза (83 % 8 = 3, где % – остаток от деления).

Для того, чтобы получить исходное значение байта, сдвинутого влево 3 раза, необходимо его еще сдвинуть влево 8 – 3 = 5 раз (см. таблицу).

Сдвиг	Значение байта в 2-ом формате	Значение байта в 16-ом формате
0	00101011	2B
1	01010110	56
2	10101100	AC
3	01011001	59
4	10110010	B2
5	01100101	65

Сверившись с ASCII-таблицей, коду 65_{16} соответствует символ '*e*'.

Следующий байт был сдвинут влево $2B_{16} = 43_{10}$ раз, что эквивалентно сдвигу влево 3 раза (43 % 8 = 3).

Чтобы восстановить значение байта, необходимо сдвинуть его влево 5 раз.

Сдвиг	Значение байта в 2-ом формате	Значение байта в 16-ом формате
0	01110011	73
1	11100110	E6
2	11001101	CD
3	10011011	9B
4	00110111	37
5	01101110	6E

Сверившись с ASCII-таблицей, коду $6E_{16}$ соответствует символ '*n*'.

Для ускорения процесса расшифрования можно написать программу. Листинги программы представлены ниже.

Листинг программы на языке Python.

```
# Функция циклического сдвига влево
# ПАРАМЕТРЫ:
#    s - число (байт)
#    n - сколько раз сдвигать число s
# РЕЗУЛЬТАТ:
#    res - циклически сдвинутое влево число s n раз
def shift(s, n):
    res = int(s)
    for i in range(0, n):
        t = res
        # сдвиг влево на 1 бит
        res = (t << 1) & 0xFF
        # на место младшего бита записываем старший,
        # который был до сдвига
        res = res | (t >> 7)
    return res

# Функция расшифрования массива чисел
# ПАРАМЕТР:
#    cmass - массив чисел
# ВОЗВРАЩАЕТ:
#    расшифрованную строку
def decipher(cmass):
    # Результирующий текст
    text = ""
    # Копируем первый символ без изменений
    text += chr(cmass[0])
    # Цикл по оставшимся числам
    for i in range(1, len(cmass)):
        # Сдвигаем очередной символ столько раз,
        # чтобы суммарный сдвиг с учетом шифрования
        # был кратен 8
        n = 8 - (cmass[i-1] % 8)
        s = shift(cmass[i], n)
        # s преобразуем в символ
        # и добавляем в конец строки результата
        text += chr(s)
    return text
```

```
mass = [0x53, 0x2B, 0x73, 0x23, 0x01, 0xC2, 0xD5,
0x8E, 0x1A, 0x80, 0x72, 0x95, 0x2E, 0x5D, 0xAC,
0x37, 0x3A]

text = decipher(mass)
print(text)
```

Листинг программы на языке C.

```
// Функция циклического сдвига влево
// ПАРАМЕТРЫ:
//    s - число(байт)
//    n - сколько раз сдвигать число s
// РЕЗУЛЬТАТ:
//    res - циклически сдвинутое влево число s n
раз
char shift(unsigned char a, int n)
{
   char res = a;
   for (int i = 0; i < n; i++)
   {
      res = a << 1;
      res |= a >> 7;
      a = res;
   }
   return res;
}

// Функция расшифрования массива чисел
// ПАРАМЕТР:
//    cmass - массив чисел
//    len - размер массива
// ВОЗВРАЩАЕТ:
//    расшифрованную строку
char* decipher(unsigned char* cmass, int len)
{
   int n;
```

```
    // выделение памяти
    char* text = new char[len+1];
    // первый элемент без изменений
    text[0] = cmass[0];
    // цикл по остальным числам из cmass
    for (int i = 1; i < len; i++)
    {
        // Сдвигаем очередной символ столько раз,
        // чтобы суммарный сдвиг с учетом шифрования
        // был кратен 8
        n = 8 - (cmass[i-1] % 8);
        text[i] = shift(cmass[i], n);
    }
    // добавляем к text нуль-символ конца строки
    text[len] = '\0';
    return text;
}
```

При подаче на вход программы последовательности из задания, получится следующий результат:

Send auth request

Данная фраза и есть ответ.

Ответ: Send auth request.

Задача 4. Стеганография

Аналитику удалось обнаружить папку с графическими изображениями, в которой скрыто осмысленное кодовое слово. Помогите определить кодовое слово, если известно, что для его сокрытия содержимое файлов не менялось.

К задаче прилагается: *папка с файлами* *(1.jpg, 2.jpg, … , 32.jpg)* (см. рисунок).

Рисунок. Прилагаемые изображения

Решение

Содержимое изображений не изменялось. Следовательно, содержимое файлов детально изучать нецелесообразно.

Все изображения представляют собой различные смайлики. Внимательно просмотрев все изображения, можно заметить, что изображенные смайлики либо грустные, либо веселые. Предположим, что каждая из картинок – бит информации, тогда можно соотнести одну категорию с единицей, а вторую – с нулем.

Всего 32 изображения – получается комбинация из 32-х нулей и единиц (32 бита).

Зная, что в байте 8 бит, а также тот факт, что каждому символу в ASCII-таблице соответствует 1 байт, можно предположить, что в картинках скрыто 4-символьное сообщение.

Предположим, что грустному смайлику соответствует «0», а веселому – «1». Получается следующая комбинация:

```
1000 1000
1001 1110
1001 0110
1000 1011
```

Переведем в 16-й формат: `88 9E 96 8B`.

Согласно ASCII-таблице, эти коды не соответствуют ни буквам, ни цифрам. Такое сообщение не несет смысл. Значит, исходное предположение было неверным.

Предположим теперь наоборот: грустному смайлику соответствует «1», а веселому – «0». Получается следующая комбинация:

```
0111 0111
0110 0001
0110 1001
0111 0100
```

Переведем в 16-й формат: `77 61 69 74`.

Согласно ASCII-таблице, эти коды соответствуют следующим символам: *wait* – что является осмысленным словом и ответом на задачу.

Ответ: wait.

Задача 5. Web-сайт

На компьютере нарушителя было найдено множество архивов, каждый из которых защищён некоторым паролем. Проведённый анализ показал, что только *три* архива содержат полезную информацию: *один* содержит «скрытое сообщение», а *два других* – фрагменты пароля к этому архиву. Остальные архивы пустые и не содержат важной информации.

Всю необходимую информацию для доступа к архивам и секретному сообщению нарушитель спрятал на Web-странице. Определите «скрытое сообщение».

К задаче прилагается:

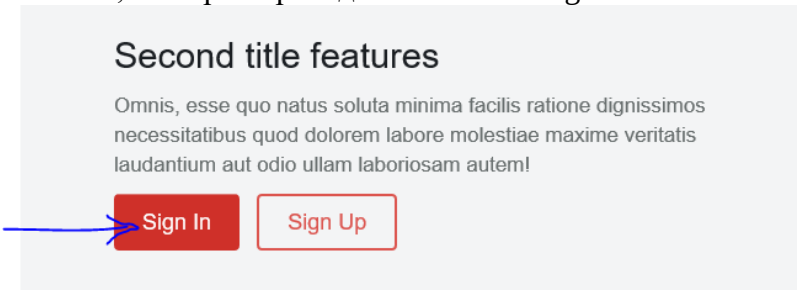
1) папка с содержимым web-страницы,

2) папка с архивами (архив1.rar, архив2.rar, … , архив30.rar).

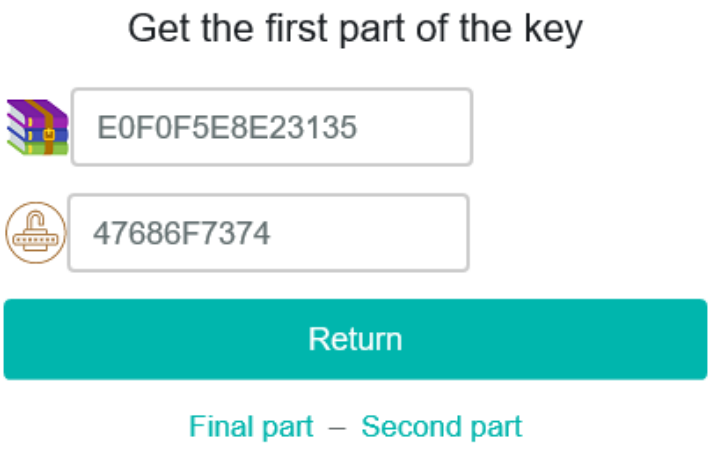
Решение

Обращаем внимание, что среди архивов ровно 3 имеют отличные от остальных дату и время модификации: *архив8.rar*, *архив15.rar*, *архив21.rar*.

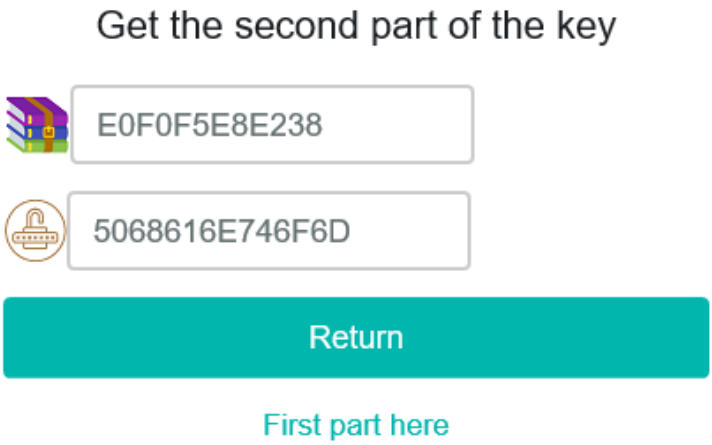
При анализе содержимого web-страницы обращаем внимание, что при переходе по ссылке «Sign-In»



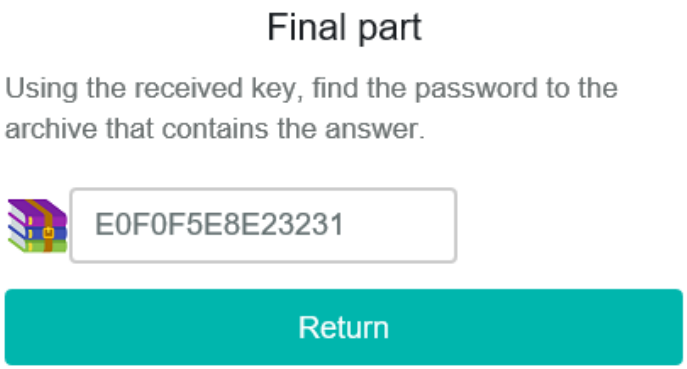
открывается форма, в который поля, обычно предназначенные для ввода логина и пароля, заполнены какой-то полезной информацией.



Перейдя по ссылкам «Second Part», получаем похожую картину:



Переход по ссылке «Final part» даёт информацию только об имени архива:



Исходя из условия задачи, можно предположить, что первые две части относятся к архивам, содержащим

фрагменты пароля к финальному архиву с искомым «скрытым сообщением».

Проанализируем полученную информацию.

На первой форме (SignIn) содержится 2 сообщения:

- `0xE0F0F5E8E23135 (E0 F0 F5 E8 E2 31 35)`, что по ASCII-таблице соответствует строке «*архив15*»,
- в поле «пароль» указан пароль `0x47686F7374 (47 68 6F 73 74)`, то соответствует строке «*Ghost*».

Можно предположить, что к файлу архив15.rar паролем является Ghost (с учетом регистра). В архиве содержится файл с изображением первой части пароля от архива со «скрытым сообщением»: *World*.

На второй форме (Second Part) так же содержатся 2 сообщения:

- `0xE0F0F5E8E238` = «*архив8*»,
- `0x5068616E746F6D` = «*Phantom*», что является паролем к файлу архив8.rar.

В архиве8 содержится файл с изображением второй части пароля от архива со «скрытым сообщением»: *Map*.

На третьей форме (Final Part) содержится только одно сообщение: `0xE0F0F5E8E23231` = «*архив21*». Можно сделать вывод, что ответ содержится в файле архив21.rar, пароль к которому «складывается из двух частей» – *WorldMap*.

В архиве содержится файл, внутри которого можно найти «скрытое сообщение» – «*Sense of security*», которое и является ответом.

Ответ: Sense of security

11 КЛАСС

Задача 1. Парольная комбинация

Для входа в систему используется пароль, состоящий из трёх шестизначных чисел, расположенных следующим образом:

`xxxxxx-xxxxxx-xxxxxx`

Известно, что пароль состоит из *3-х неповторяющихся простых чисел* в диапазоне от 100 000 до 100 300. При этом *последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа, а последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа*.

Пример:

`xxxxx3-3xxxx7-7xxxxx`

Задержка между попытками входа в систему равна 1 секунде. За какое максимальное количество времени (в секундах) можно гарантированно получить пароль, если на ввод пароля время не тратится?

Решение

Для начала необходимо найти все простые числа в диапазоне от 100 000 до 100 300. *Простым* является такое число, которое делится только на себя и на 1. Сделать это можно перебором, проверяя, не делится ли проверяемое число на какое-либо от 2-х до самого числа (либо половины числа).

Для ускорения напишем программу, которая выводит на экран все простые числа в указанном диапазоне.

Листинг программы на языке Python.

```
# Функция, определяющая, является ли число простым
# ПАРАМЕТР:
#  n - проверяемое число
# ВОЗВРАЩАЕТ:
#  True - число n простое
#  False - число n непростое
def isprime(n):
    if n == 1:
        return True
    for d in range(2, n//2):
        if n % d == 0:
            return False
    return True

# Цикл перебора чисел от 100 000 до 100 300
# Для каждого числа вызывается функция isprime()
# Если функция вернула True - число добавляется
# в массив list_input
# Счетчик Count считает количество простых чисел
Count = 0
list_input = []
for x in range(100000,100300):
    if isprime(x) == True:
        list_input.append(x)
        Count += 1
print(list_input)
print("Total:", Count)
```

Листинг программы на языке C.

```
// Функция, определяющая, является ли число простым
// ПАРАМЕТР:
//  n - проверяемое число
// ВОЗВРАЩАЕТ:
//  true - число n простое
//  false - число n непростое
bool isprime(int n)
{
   if (n == 1)
```

```
      return true;
   for (int d = 2; d < n / 2; d++)
      if (n % d == 0)
         return false;
   return true;
}


int main()
{
// Цикл перебора чисел от 100000 до 100300
// Для каждого числа вызывается функция isprime()
// Если функция вернула true - число добавляется
// в массив
// Счетчик Count считает количество простых чисел
    int Count = 0;
    int list_input[100] = { 0 };

    // Формирование массива простых чисел
    for (int x = 100000; x < 100300; x++)
    {
        if (isprime(x) == true)
        {
            list_input[Count] = x;
            Count += 1;
        }
    }

    // Вывод на экран
    for (int i = 0; i < Count; i++)
    {
        printf("%d ", list_input[i]);
    }
    printf("\nTotal: %d\n", Count);
    return 0;
}}
```

Результат работы программы:

```
100003 100019 100043 100049 100057 100069 100103
100109 100129 100151 100153 100169 100183 100189
100193 100207 100213 100237 100267 100271 100279
100291 100297
Total: 23
```

Всего 23 простых чисел в диапазоне от 11 до 99. Теперь необходимо выделить все возможные комбинации, удовлетворяющие условию «*последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа, а последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа»*.

Сделать это можно двумя способами.

Способ 1. Перебор.

В цикле перебираем всевозможные числа и проверяем два условия:

- все числа разные;
- последняя цифра первого числа равна первой цифре второго числа, а последняя цифра второго числа равна первой цифре третьего числа.

Если все условия выполнены, то увеличиваем значение счетчика. В результате счетчик будет содержать количество комбинаций, удовлетворяющих заданию. Поскольку задержка между вводом паролей равна 1 секунде, а после ввода последней комбинации задержки нет, то ответ – количество найденных комбинаций минус 1.

Пример программы представлен в листингах ниже.

Листинг программы на языке Python.

```
# Функция возвращает список всех комбинаций чисел,
# удовлетворяющих заданному условию паролей
# ПАРАМЕТР:
#    list_input - список чисел, из которых будет
#                 формироваться комбинация
```

```
# ВОЗВРАЩАЕТ:
#    list_combination - список комбинаций
#             из 3-х чисел, удовлетворяющих условию
def combination(list_input):
  list_combination = []
  for a in list_input:
    for b in list_input:
      for c in list_input:
        if a != b and b != c and a != c:
          if str(a)[-1] == str(b)[0] and
             str(b)[-1] == str(c)[0]:
            list_combination.append(str(a) +
                   "-" + str(b) + "-" + str(c))
  return list_combination

# Заполнение списка всеми простыми числами
# в заданном диапазоне
list_input = []
for x in range(100000,100300):
    if isprime(x) == True:
        list_input.append(x)

# Список, содержащий все комбинации,
# удовлетворяющие заданному условию
result_list = combination(list_input)

# Вывод всех комбинаций
for i in result_list:
    print(i, end=", ")

# Вывод количества комбинаций
print("Total:", len(result_list))
```

Листинг программы на языке С.

```
// Функция выводит на экран все комбинации,
// удовлетворяющие условию
// ПАРАМЕТРЫ:
//    list_input - массив чисел, из которых будут
```

```
//                  строится комбинации
//    count - количество чисел в массиве list_input
// ВОЗВРАЩАЕТ:
//    выводит на экран комбинации, удовлетворяющие
//    условию
//  выводит на экран количество комбинаций
void combination(int list_input[], int count)
{
   int last_digit1;
   int first_digit2;
   int last_digit2;
   int first_digit3;
   int total = 0;
   for (int i = 0; i < count; i++)
      for (int j = 0; j < count; j++)
         for (int k = 0; k < count; k++)
         {
            if ( list_input[i] != list_input[j] &&
                 list_input[j] != list_input[k] &&
                 list_input[i] != list_input[k] )
            {
               // последняя цифра числа
               last_digit1 = list_input[i] % 10;
               // первая цифра числа
               first_digit2 = list_input[j]/100000;
               last_digit2 = list_input[j] % 10;
               first_digit3 = list_input[k]/100000;
               if ( last_digit1 == first_digit2 &&
                    last_digit2 == first_digit3 )
               {
                  printf("%d-%d-%d\n",
                        list_input[i], list_input[j],
                        list_input[k]);
                  total++;
               }
            }
         }
   // Вывод общего количества комбинаций
   printf("Total: %d\n", total);}
```

В результате выполнения программы получим следующие данные:

```
100151-100271-100003, 100151-100271-100019,
100151-100271-100043, 100151-100271-100049,
100151-100271-100057, 100151-100271-100069,
100151-100271-100103, 100151-100271-100109,
100151-100271-100129, 100151-100271-100153,
100151-100271-100169, 100151-100271-100183,
100151-100271-100189, 100151-100271-100193,
100151-100271-100207, 100151-100271-100213,
100151-100271-100237, 100151-100271-100267,
100151-100271-100279, 100151-100271-100291,
100151-100271-100297, 100151-100291-100003,
100151-100291-100019, 100151-100291-100043,
100151-100291-100049, 100151-100291-100057,
100151-100291-100069, 100151-100291-100103,
100151-100291-100109, 100151-100291-100129,
100151-100291-100153, 100151-100291-100169,
100151-100291-100183, 100151-100291-100189,
100151-100291-100193, 100151-100291-100207,
100151-100291-100213, 100151-100291-100237,
100151-100291-100267, 100151-100291-100271,
100151-100291-100279, 100151-100291-100297,
100271-100151-100003, 100271-100151-100019,
100271-100151-100043, 100271-100151-100049,
100271-100151-100057, 100271-100151-100069,
100271-100151-100103, 100271-100151-100109,
100271-100151-100129, 100271-100151-100153,
100271-100151-100169, 100271-100151-100183,
100271-100151-100189, 100271-100151-100193,
100271-100151-100207, 100271-100151-100213,
100271-100151-100237, 100271-100151-100267,
100271-100151-100279, 100271-100151-100291,
100271-100151-100297, 100271-100291-100003,
100271-100291-100019, 100271-100291-100043,
100271-100291-100049, 100271-100291-100057,
100271-100291-100069, 100271-100291-100103,
100271-100291-100109, 100271-100291-100129,
100271-100291-100151, 100271-100291-100153,
100271-100291-100169, 100271-100291-100183,
100271-100291-100189, 100271-100291-100193,
100271-100291-100207, 100271-100291-100213,
```

```
100271-100291-100237, 100271-100291-100267,
100271-100291-100279, 100271-100291-100297,
100291-100151-100003, 100291-100151-100019,
100291-100151-100043, 100291-100151-100049,
100291-100151-100057, 100291-100151-100069,
100291-100151-100103, 100291-100151-100109,
100291-100151-100129, 100291-100151-100153,
100291-100151-100169, 100291-100151-100183,
100291-100151-100189, 100291-100151-100193,
100291-100151-100207, 100291-100151-100213,
100291-100151-100237, 100291-100151-100267,
100291-100151-100271, 100291-100151-100279,
100291-100151-100297, 100291-100271-100003,
100291-100271-100019, 100291-100271-100043,
100291-100271-100049, 100291-100271-100057,
100291-100271-100069, 100291-100271-100103,
100291-100271-100109, 100291-100271-100129,
100291-100271-100151, 100291-100271-100153,
100291-100271-100169, 100291-100271-100183,
100291-100271-100189, 100291-100271-100193,
100291-100271-100207, 100291-100271-100213,
100291-100271-100237, 100291-100271-100267,
100291-100271-100279, 100291-100271-100297
Total: 126
```

Всего таких комбинаций будет 126, следовательно, максимальное затраченное время будет равно

(126 – 1) * 1 сек = 125 сек.

Способ 2. Аналитический.

Можно заметить, что все числа из диапазона 100 000–100 300 начинаются на цифру «1». Это означает, что на место первого и второго числа подойдут только те числа, которые заканчиваются на «1». Шаблон комбинаций будет следующий:

`1xxxx1-1xxxx1-1xxxxx`

Анализируя полученные простые числа, всего 3 числа подходят на первую и вторую позицию: 100151, 100271,

100291. Учитывая невозможность повторения чисел возможны следующие варианты:

- на 1-ю позицию возможно 3 варианта,
- на вторую – 2 варианта,
- на третью – оставшиеся простые числа за вычетом использованных на первой и второй позиции (23–2=21).

Общее число комбинаций равно:

$$3 * 2 * 21 = 126.$$

Следовательно, максимальное затраченное время будет равно

$$(126 – 1) * 1 \text{ сек} = 125 \text{ сек}.$$

Ответ: минимальное время, за которое можно гарантированно получить пароль, равно **125 секунд.**

Задача 2. Сетевой трафик

Был получен фрагмент сетевого трафика пользователя при взаимодействии с игровым сервером. Известно, что сервер работает по протоколу UDP и его порт назначения равен 3365.

Структура UDP-дейтаграммы представлена ниже:

2 байта	2 байта	2 байта	2 байта	…
UDP-порт отправителя	UDP-порт получателя	Длина UDP-дейтаграммы	Контрольная сумма	Данные

Длина UDP-дейтаграммы включает в себя размер заголовка и размер данных в байтах.

Весь сетевой трафик шифруется методом *«двоичного гаммирования»*, то есть путём выполнения операции «побитового исключающего ИЛИ» между байтами UDP-

дейтаграммы (включая заголовок) и байтами, полученными циклическим повторением последовательности некоторого ключа.

Дамп трафика:

```
A3 67 AA 90 A7 AD 8F 36 E0 F0 F3 95 F4 F0
E4 E7 E2 E1 87 F6 E8 F1 E2 B5 AA 90 A3 67
A7 BB BB 05 EE F1 E3 E4 E3 B5 A3 67 AA 90
A7 A7 C6 1C E4 FA E3 F0 87 98 87 FA EC B5
```

Определите, что сервер ответил на запрос пользователя, если известно, что для шифрования используется 2-байтовый ключ. В ответе укажите только содержимое поля данных UDP-дейтаграммы.

Решение

Из условия задачи известно, что взаимодействие происходит между клиентом и сервером. Можно сделать предположение, что первая дейтаграмма идет в направлении от клиента серверу. Порт клиента неизвестен, однако известен порт сервера. Следовательно, в первой дейтаграмме поле «UDP-порт получателя» (3-й и 4-й байты) будет равно $3365_{10} = 0D25_{16}$.

Весь сетевой трафик зашифрован методом «двоичного гаммирования». В основе «двоичного гаммирования» лежит операция «Исключающее ИЛИ» (XOR, ^). Таблица истинности операции «Исключающее ИЛИ»:

X	Y	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Если T – это открытый текст, K – ключ, а C – зашифрованный текст, то верно следующее:

$$T \wedge K = C$$
$$C \wedge K = T$$

При этом, $T \wedge C = K$.

Ели известны открытый текст и зашифрованный текст, то можно определить ключ шифрования.

3-й и 4-й байты первой дейтаграммы равны AA 90 – это зашифрованный текст. В этих байтах хранится значение 0D 25 – это открытый текст. Следовательно, ключ можно получить следующим образом:

$$K = AA\ 90 \wedge 0D\ 25.$$

Распишем данную операция поразрядно.

Двоичный код	Шестнадцатеричный код
10101010 10010000 00001101 00100101	AA 90 0D 25
10100111 10110101	A7 B5

Ключ шифрования – A7 B5.

Далее необходимо определить размер первой дейтаграммы. Поле «длина дейтаграммы» – это 5-й и 6-й байты – A7 AD. Однако это поле зашифровано, но нам известен ключ. Результат расшифрования поля:

Двоичный код	Шестнадцатеричный код
10100111 10101101 10100111 10110101	A7 AD A7 B5
00000000 00011000	00 18

Длина первой дейтаграммы равна $0018_{16} = 24_{10}$.

Выделим и расшифруем поле данных первой дейтаграммы. Если длина всей дейтаграммы 24 байта, а длина заголовка равна

2(порт отправителя) + 2(порт получателя) + 2(длина) + 2(контрольная сумма) = 8 байт,

то длина поля данных равна 24–8=16 байт.

Зашифрованные данные:

```
E0 F0 F3 95 F4 F0 E4 E7 E2 E1 87 F6 E8 F1 E2 B5
```

Используя ключ, расшифруем эти байты:

```
E0 F0 F3 95 F4 F0 E4 E7 E2 E1 87 F6 E8 F1 E2 B5
A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5
47 45 54 20 53 45 43 52 45 54 20 43 4F 44 45 00
```

Каждый полученный байт представляет собой код символа в ASCII-таблице. В результате получаем текстовое сообщение: «*GET SECRET CODE*».

Следующая дейтаграмма начинается с 25-го байта:

```
AA90 A367 A7BB BB05 EE F1 ...
```

По логике взаимодействия вторая дейтаграмма – это ответ сервера. Значит, в поле «UDP-порт отправителя» должно стоять значение 0D25. В зашифрованном трафике в этом поле стоит значение AA90.

Используя вычисленный ранее ключ, можно расшифровать первые 2 байта дейтаграммы:

AA90 ^ A7B5 = 0D25

Предположение подтвердилось – данная дейтаграмма отправлена от сервера клиенту. Осталось определить длину дейтаграммы (5-й и 6-й байты).

В зашифрованном виде поля длины дейтаграммы равно A7BB. Используя ключ A7B5 расшифруем это поле.

Двоичный код	Шестнадцатеричный код
10100111 10111011 10100111 10110101	A7 BB A7 B5
00000000 00001110	00 0E

Длина второй дейтаграммы равна $000E_{16} = 14_{10}$.

Выделим и расшифруем поле данных второй дейтаграммы. Если длина всей дейтаграммы 14 байт, а длина заголовка равна 8 байт, то длина поля данных равна 14-8=6 байт.

Зашифрованные данные: `EE F1 E3 E4 E3 B5`.

Используя ключ, расшифруем эти байты:

```
EE F1 E3 E4 E3 B5
A7 B5 A7 B5 A7 B5
49 44 44 51 44 00
```

Каждый полученный байт представляет собой код символа в ASCII-таблице. В результате получаем текстовое сообщение: *IDDQD*.

Рассмотрим третью дейтаграмму:

```
A367 AA90 A7A7 C61C E4 FA E3 F0 87 98 87 FA EC B5
```

Анализируя поля «UDP-порт источника» и «UDP-порт назначения», можно сделать вывод, что данная дейтаграмма отправлена от клиента серверу (порт назначения равен AA90, что при расшифровании даст 0D25 – порт сервера).

Определим размер третьей дейтаграммы. Поле «длина дейтаграммы» – это 5-й и 6-й байты – A7 A7. Используя известный ключ, расшифруем это поле.

Двоичный код	Шестнадцатеричный код
10100111 10100111 10100111 10110101	A7 A7 A7 B5
00000000 00010010	00 12

Длина первой дейтаграммы равна $0012_{16} = 18_{10}$.

Выделим и расшифруем поле данных третьей дейтаграммы. Если длина всей дейтаграммы 18 байт, а длина заголовка 8 байт, то длина поля данных равна 28–8=10 байт.

Зашифрованные данные:

```
E4 FA E3 F0 87 98 87 FA EC B5
```

Используя ключ, расшифруем эти байты:

```
E4 FA E3 F0 87 98 87 FA EC B5
A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5 A7 B5
43 4F 44 45 20 2D 20 4F 4B 00
```

Каждый полученный байт представляет собой код символа в ASCII-таблице. В результате получаем текстовое сообщение: «*CODE – OK*».

Ответ: сервер отправил клиенту текстовое сообщение **IDDQD**. Ключ шифрования **`A7B5`**.

Задача 3. Вирус

Имеется система, представляющая собой файл-серверную архитектуру, состоящую из 1 файл-сервера и 6 ПК. На файл-сервере хранится 30 файлов-приложений (*file1.exe, file2.exe, …, fileN.exe*). Известно, что один из файлов заражён вредоносным кодом, который после попадания на клиентское устройство выводит его из строя через 1 час. Каждый ПК может копировать с файл-сервера любое количество файлов.

За какое *минимальное количество часов* можно точно определить зараженный файл. Ответ обоснуйте.

Решение

Для определения вредоносного файла необходимо каждый из них пронумеровать следующим образом.

1. Номер каждого файла представим в виде двоичного 6-разрядного разложения:
   file1.exe – 000001 (двоичное представление числа 1)
   file2.exe – 000010 (двоичное представление числа 2)

file3.exe – 000011 (двоичное представление числа 3)
…
file30.exe – 11110 (двоичное представление числа 30)
Такое разложение позволяет каждому файлу предоставить уникальную последовательность нулей и единиц.

2. Всего 6 ПК. Распределим их номера: 0,1,2,3,4,5.
3. Каждому ПК соответствует разряд в последовательности представления файла:
   ПК0 – младший разряд (0-й),
   ПК1 – второй справа разряд (1-й),
   …
   ПК5 – старший разряд (5-й)
4. На каждый ПК копируем только те файлы, в соответствующем разряде которого стоит «1»:
   на ПК0 – file1.exe, file3.exe, file5.exe, … , file29.exe
   на ПК1 – file2.exe, file3.exe, file6.exe, file7.exe, …
   на ПК2 – file4.exe, file5.exe, file6.exe, file7.exe, …
   …
   на ПК5 – file16.exe, file17.exe, file18.exe, … , file30.exe.
5. Ровно через 1 час после копирования какие-то ПК выйдут из строя. Их номера определят номер зараженного файла следующим образом: если ПКi-й не поврежден, то на i-м разряде номера файла ставим «0». Если ПКi-й поврежден, то на i-м разряде номера файла ставим «1».
   В результате получится последовательность, переведя которую в десятичный формат можно однозначно определить зараженный файл.

Ответ: 1 час.

Задача 4. Стеганография

На web-странице содержатся ссылки на скачивание файлов-изображений с указанием контрольных сумм их содержимого. Известно, что в одном из них спрятано секретное текстовое сообщение. Определите это изображение и скрытое в нем секретное текстовое сообщение.

Файлы и контрольные суммы их содержимого (MD5):

```
d812f179df6b60943dbfd69c4e613aaf  Chrysanthemum.jpg
4e427c78ecb620aecce46bb006d247e5  Desert.jpg
6dbafbc2e49df3c3cfe7515d5c6cac72  Hydrangeas.jpg
f037c82a48be22696142c59b4eea3298  Jellyfish.jpg
e3614da88d1511dfb8a05dd3ec24999d  Koala.jpg
46b851500907f4ccdfa75c0a29dd8dcf  Lighthouse.jpg
2022b59db2185282fd753f6320e782c4  Penguins.jpg
902b6ea2111efb87b19056655165c72d  Tulips.jpg
```

К задаче прилагается:

1) 8 файлов-изображений (.jpg),*

2) программа подсчета контрольной суммы по алгоритму MD5 (fciv.exe),

3) файл с описанием формата RAR-архива.

Решение

1. С помощью программы fciv.exe определим MD5-суммы для файлов и сравним их с данными в задаче.
2. Можно заметить, что для файла *Jellyfish.jpg* контрольная сумма не совпадает.
3. Предполагаем, зачем дано описание формата RAR-файла. Возможно, это намек на то, что в файле с изображением содержится скрытый RAR-архив.
4. Из описания RAR-архива понятно, что любой архив начинается с метки 0x5052. Используя HEX-редактор

анализируем побайтовое содержимое файла *Jellyfish.jpg* и осуществляем поиск метки 0x5052. Метка найдена.

5. Копируем содержимое файла, начиная с метки, в новый файл, который назовем *архив.rar*
   ИЛИ
   можно переименовать файл Jellyfish.jpg в *архив.rar*.
6. В архиве содержится файл *Сообщение.docx*, открыв который, читаем сообщение – *«Система обнаружения вторжений (IDS)»*.

Ответ: Система обнаружения вторжений (IDS) (файл – Jellyfish.jpg).

Задача 5. Разработка процессора

При разработке процессора инженеры решили реализовать поддержку виртуальной памяти, когда программа оперирует виртуальным адресом, а этот адрес пересчитывается процессором в физический адрес ячейки – байта в оперативной памяти. Инженеры решили использовать структуру виртуального адреса, состоящего из трёх частей:

Индекс-1	Индекс-2	Индекс-3

Вся память делится на непересекающиеся блоки одинаковой длины – страницы.

Индекс-1 содержит номер таблицы, в которой содержится информация о страницах.

Индекс-2 содержит номер страницы из таблицы с номером Индекс-1.

Индекс-3 определяет номер байта на странице с номером Индекс-2 из таблицы с номером Индекс-1 (см. рисунок).

Каждая таблица занимает ровно 1 страницу, размер таблиц фиксирован. Каждая запись в таблице имеет фиксированный размер и состоит из следующих полей:

– физический адрес страницы в оперативной памяти;
– заполнитель до кратности байту.

Общий диапазон адресов физической памяти, который должен адресоваться процессором – 1 Гб, размер страницы – 1 Кб.

Укажите *минимально необходимые* размерности полей Индекс-1, Индекс-2, Индекс-3, а также общую размерность виртуального адреса для возможности адресации объёма оперативной памяти в 1 Гб?

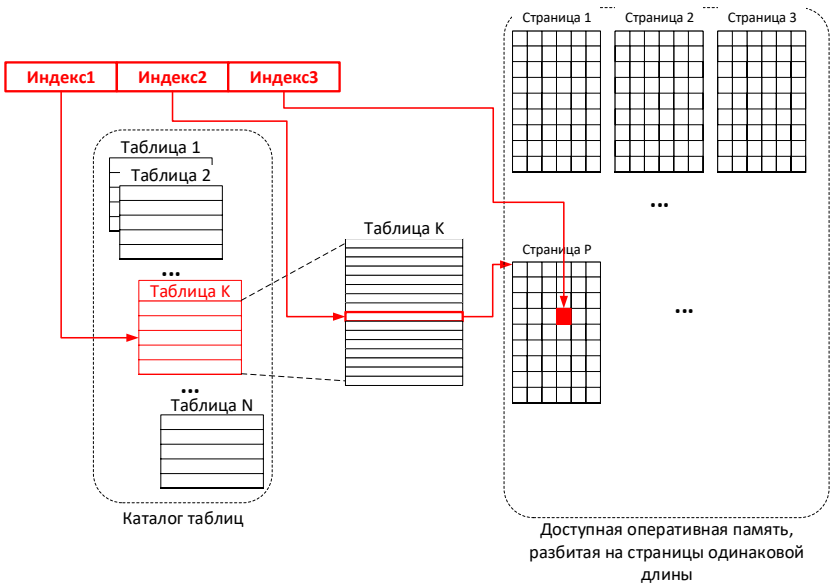


Рисунок. Организация виртуальной памяти

Решение

Вся память разбита на страницы. Страница занимает 1 Кб = 1024 байта. Значит, для адресации байта внутри страницы требуется 10 бит (2^{10} = 1024).

Индекс-3 = 10 бит.

В таблице одна запись занимает физический адрес и заполнитель. Для адресации 1 Гб адресного пространства (1 073 741 824 байт) нужен диапазон значений физического адреса [0:2^{30}-1], т.е. 30 двоичных разрядов при линейном строении адреса. Соответственно, одна запись в таблице занимает 30(адрес) + 2(заполнитель) = 32 двоичных разряда (4 байта). Размер таблицы – 1 Кб. Всего в таблице может быть 1024 / 4 = 256 записей. Для адресации 256 записей необходимо 8 двоичных разрядов (2^8 = 256).

Индекс-2 = 8 бит.

В 1 Гб помещается 1 073 741 824 / 1024 = 1 048 576 страниц размером 1 Кб. Учитывая, что в одной таблице 256 записей, всего таблиц должно быть 1 048 576 / 256 = 4096. Для адресации 4096 таблиц понадобится 12 двоичных разрядов (2^{12} = 4096).

Индекс-1 = 12 бит.

Итого, общая размерность виртуального адреса будет

Индекс-1 + Индекс-2 + Индекс-3 = 12 + 8 + 10 = 30 бит.

Ответ: **Индекс-1 – 12 бит,**
Индекс-2 – 8 бит,
Индекс-3 – 10 бит.
Всего – 30 бит.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

СБОРНИК ЗАДАЧ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ
ШКОЛЬНИКОВ ИМЕНИ И.Я. ВЕРЧЕНКО
ПО ИНФОРМАТИКЕ
И КОМПЬЮТЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ЗА 2019-2020 ГОДЫ
С РЕШЕНИЯМИ