

УДК 004.056

В.А. Касумов

Академия СГБ имени Гейдара Алиева, Баку

## СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ СКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ В МАТРИЧНЫХ (ТАБЛИЧНЫХ) ДАННЫХ

*В статье рассмотрены методы скрытия информации в научных, учебно-методических документах и отчетах, содержащих данные табличного и матричного вида. В предлагаемых методах скрываемая информация сначала преобразуется в последовательность двоичных или десятичных чисел, согласно предварительно определенной таблице кодировки, а потом из этой последовательности формируется матрица. Над этой и ключевой матрицами выполняются некоторые операции, полученная матрица вставляется вместо матрицы или таблицы, имеющейся в контейнере, после чего контейнер передается по назначению.*

**Ключевые слова:** стеганография, компьютерная стеганография, контейнер, контейнер матрица, ключевая матрица, скрытие информации в матрице (таблице).

### Введение

**Постановка проблемы.** Как известно, основной целью стеганографии является скрытие факта существования или передачи защищаемой (секретной) информации от посторонних людей (противников). Несмотря на то, что методы, используемые для скрытия информации, сильно отличаются друг от друга, они также имеют общие черты. Так, в этих методах скрываемая информация вставляется в некоторый незаметный контейнер, который или сохраняется, или отправляется в адрес по открытому каналу [1].

Здесь под контейнером понимается объект (в том числе информация или носитель информации), используемый для скрытия информации. Эффективность и надежность методов скрытия информации, прежде всего, зависит от вида, содержания, структуры и назначения контейнера. Поэтому в зависимости от характеристических элементов контейнера из числа существующих методов выбирается наиболее подходящий метод или разрабатывается совсем новый подходящий метод [1, 2].

Прогресс информационных технологий, в том числе компьютерной техники, информационных и телекоммуникационных сетей, интернета и мультимедийных технологий дал новый стимул развитию стеганографии. Последние годы с учетом новых научно-технических достижений выполнены много работ в направлении применения, усовершенствования, реализации на компьютере существующих классических стеганографических методов, а также разработки совершенно новых методов и средств [1, 3, 4].

Сегодня во встречаемых на практике стеганографических методах для скрытия информации помимо традиционных контейнеров (вещественно-технических объектов, текстов, картинок и т.д.), также используются такие контейнеры, как носители информации, файлы, структуры файлов, цифровые

изображения графика, аудио-видео файлы, интернет протоколы, web-технология, социальные сети [2, 5].

Следует отметить, что на базе многих методов компьютерной стеганографии стоят классические методы. Другими словами, классические стеганографические методы применяются на практике путем реализации на компьютере. А это создает дополнительные возможности в классических методах для скрытия информации. Например, в компьютерной стеганографии помимо использования классических методов скрытия информации в текстовых контейнерах на практике также разрабатываются и применяются много новых методов.

Если к таким классическим методам можно отнести синтаксические (использование знаков препинания) и семантические методы (использование синонимов), то используя возможности компьютерных технологий, к методам этого класса можно добавить методы форматирования (вставка пробелов между словами, в конце предложений, строк и абзацев), использования цветового спектра (RGB) и размера символов, изменения расстояний между символами в словах, символов одинакового начертания в английских и русских шрифтах, фигур надписей (textbox) и т.д. [1, 5].

Методы, основанные на использовании текстовых контейнеров для скрытия информации, имеют такие недостатки, как чувствительность к структурным изменениям, операциям форматирования в текстах, низкая надежность к стегоатакам. Однако использование документов со сложной структурой (документы, содержащие математические, физические, химические, экономические формулы, выражения, таблицы, графики, схемы и т.д.) в качестве контейнера, применение стегаключей позволяет достичь более эффективных и надежных стеганографических результатов. Это, прежде всего, зависит от выбора более подходящих стеганографических контейнеров и ключей, а также более надежных каналов доставки их на адрес [6].

Как отмечено выше, использование научных, учебных, учебно-методических и отчетных документов (учебников, учебных пособий, монографий, научных статей и других специфических текстов) в качестве контейнера может предоставить более широкие возможности для стеганографического скрытия информации.

В статье предложены методы скрытия информации с помощью данных табличного или матричного вида в учебно-методических или научных трудах, отчетах в сферах математики, экономики и т.д. Разработаны несколько варианты данного метода, а также рассмотрены их достоинства и недостатки.

Предложенные методы основаны на различных операциях, проводимых над матрицами. Для скрытия информации в полученной матрице используется ключевая матрица, которая заранее согласуется между сторонами. Сначала скрываема информация преобразуется в последовательность чисел (двоичных или десятичных) согласно существующим стандартам (например, ASCII) или специальной таблице кодирования, составленной пользователем. На основе этой последовательности чисел формируется матрица.

Над этой и ключевой матрицами выполняется заранее согласованная между сторонами операция (сложение, вычитание, умножение матриц, нахождение обратной матрицы, решение системы линейных уравнений и т.д.). Полученная матрица размещается в контейнер вместо табличных или матричных данных (в зависимости от содержания текста это могут быть математические выражения, отдельные матрицы или таблицы).

Получатель, используя ключевую матрицу, выполняет операции, обратные операциям, выполняемым отправителем, и составляет таблицу или матрицу на основе данных, полученных в контейнере. Из таблицы или матрицы формируется последовательность чисел, которая далее преобразуется в исходную информацию согласно заранее оговоренной таблице кодирования.

Следует отметить, что вставляемая в контейнер таблица или матрица не содержит скрываемую информацию, а она содержит некоторую информацию о ней. Так как ключевая матрица, таблица кодирования и операции, выполняемые отправителем и получателем над матрицами, согласуются сторонами заранее и никому не известны, то, не зная эти данные, невозможно извлечь скрываемую информацию из данных, полученных в контейнере.

Ясно, что для выполнения операций над ключевой матрицей и исходной матрицей, формируемой из скрываемой информации, их размеры должны соответствовать друг другу. Естественно, размер конечной матрицы (таблицы), содержащей скрываемую информацию, также будет соответствовать размерам этих матриц. Поэтому при выборе доку-

мента, содержащего матрицу или таблицу, в качестве контейнера, необходимо обратить внимание на этот фактор.

Наконец, контейнер, содержащий матрицу или таблицу со скрытой информацией, отправляется через электронную почту «студенту», «конференции», «коллег» и т.д. как научный или учебный материал, размещается на Web-сайт, Wikipedia странице, на домашней странице или Facebook-странице пользователя, Web-странице «кафедры» или «лаборатории».

## Основной материал

**Алгоритм скрытия информации с помощью матриц (таблиц).** Как отмечено выше, для применения предложенного метода должен быть выбран подходящий контейнер. В качестве контейнера может быть выбран такой документ (учебник, монография, лекция, статья, упражнение, задачник и т.д.), который содержал бы матрицу (таблицу), соответствующую ключевой матрице и позволял бы незаметно разместить в него матрицу (таблицу), сформулированную на основе скрываемой информации. Так как в итоге матрица (таблица) в контейнере должна быть заменена матрицей (таблицей), полученной в результате выполненных операций.

Суть предложенного метода заключается в следующем.

Пусть  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  – ключевая матрица, заранее определенная и согласованная между сторонами,  $T = (t_{ij})_{n \times m}$  – матрица, содержащая в себя скрываемую информацию, т.е. составленная на основе скрываемой информации,  $M = (m_{ij})_{n \times m}$  – матрица, вставленная в контейнер и содержащая информацию о скрываемой информации,  $D = (d_{ij})_{n \times m}$  – матрица, составленная из исходных данных, имеющих в контейнере. Отправитель выполняет операцию  $F(A, T)$  над матрицами  $A$  и  $T$ , получается матрица  $M$ :

$$M = F(A, T). \quad (1)$$

Как отмечено выше, в качестве таких операций могут выступать операции сложения, вычитания, произведения и т.д. матриц.

Следует отметить, что размеры матриц  $A$  и  $T$  определяются в зависимости функции  $F(A, T)$ . Например, если в качестве функции используется операция сложения или вычитания матриц, то размеры обеих матриц будут одинаково, т.е.  $(n \times m)$ . Если в качестве операции принята операция произведения матриц, то размеры этих матриц должны быть симметричными:  $(n \times m)$  или  $(m \times n)$ .

Получатель, выполняя обратную операцию  $F^{-1}(M, A)$  над полученной матрицей  $M$  и имеющейся у него ключевой матрицей  $A$ , вычисляет матрицу  $T$ :

$$T = F^{-1}(M, A) \tag{2}$$

а далее из этой матрицы извлекает скрытую информацию.

Таким образом, стороны для осуществления обмена скрытой информацией заранее между собой должны согласовать следующее:

- размеры ключевой матрицы –  $n$  и  $m$ , значения ее элементов –  $a_{ij}$ ;
- систему кодирования, используемую для кодирования информации (стандарт ASCII или таблица кодирования, созданная пользователем);
- операции, выполняемые над матрицами и их порядок;
- канал доставки заполненного контейнера (размещение на Web-сайт, Wikipedia страницу, личную страницу, профиль социальной сети, Dropbox, Youtube, отправление по электронной почте).

Алгоритм, скрытой передачи информации через данные в контейнере имеет следующий вид:

1. Выбирается контейнер, содержащий матрицу  $D$ , соответствующую ключевой матрице по размеру.
2. Согласно определенной системе кодирования, скрываемая информация преобразуется в последовательность чисел.
3. На основе полученной последовательности чисел формируется исходная матрица  $T$ .
4. Вычисляется матрица  $M$ , выполнив функцию  $F$  над матрицами  $T$  и  $A$ .
5. Матрица  $D$  в контейнере соответствующим образом заменяется матрицей  $M$ , т.е. матрица  $M$  вставляет в контейнер вместо матрицы  $D$ .
6. Контейнер доставляется в адрес заранее определенным каналом.

Алгоритм извлечения скрытой информации из данных контейнера является следующим:

1. Из данных, полученных в контейнере, составляется (или извлекается) матрица  $D$  и она принимается как матрица  $M$ , т.е. элементы  $m_{ij}$  приравниваются элементам  $d_{ij}$ .
2. Вычисляется матрица  $T$ , выполнив функцию  $F^{-1}$  над матрицами  $M$  и  $A$ .
3. Из элементов матрицы  $T$  составляется последовательность чисел.
4. Согласно определенной системе кодирования, последовательность чисел преобразуется в последовательность символов.
5. Полученная последовательность символов принимается как скрытая информация.

Для простоты здесь в качестве функции  $F$  используется операция сложения матриц, а в качестве функции  $F^{-1}$  – операция вычитания матриц.

**Скрытие информации в матрицах в виде двоичных кодов.** Скрываемая информация сначала преобразуется в последовательность двоичных кодов символов согласно стандарту ASCII, а потом выполняется функция (1).

Пусть ключевая матрица  $A=(a_{ij})_{6 \times 8}$  согласована между сторонами и определена следующим образом:

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 2 & 3 & 6 & 3 & 0 & 5 \\ 2 & 5 & 0 & 8 & 3 & 9 & 8 & 6 \\ 1 & 7 & 4 & 5 & 4 & 0 & 6 & 3 \\ 5 & 0 & 8 & 1 & 3 & 8 & 7 & 4 \\ 6 & 3 & 6 & 5 & 7 & 6 & 4 & 2 \\ 2 & 7 & 3 & 0 & 6 & 1 & 2 & 8 \end{pmatrix} \tag{3}$$

Отсюда видно, что размеры матрицы  $T$  и матрицы (таблицы) в контейнере, вместо которой будет вставляться матрица  $M$ , должны быть  $(6 \times 8)$ .

Пусть в качестве скрытой информации требуется передать номер авиарейса «BX893P». Сначала эта информация из 6 символов преобразуется в последовательность двоичных кодов согласно стандарту ASCII:

$$BX893P \rightarrow 01000010 \ 01011000 \ 00111000 \\ 00111001 \ 00110011 \ 01010000$$

Из этой последовательности составляется матрица  $T$  размером  $(6 \times 8)$ :

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В рамках поставленных условий фрагмент документа, который может быть предложен в качестве контейнера, приведен на рис. 1.

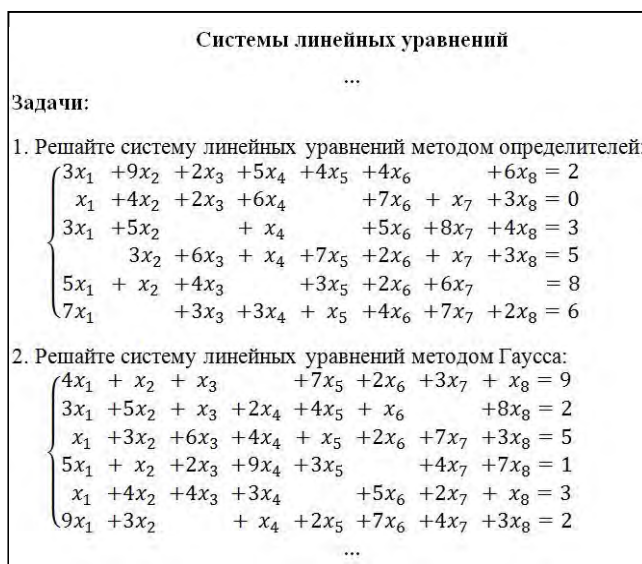


Рис. 1. Исходная форма фрагмента документа – контейнера с математическим содержанием

Как видно из рисунка, из данных контейнера, т.е. из коэффициентов системы линейных уравнений можно составить две матрицы в размере  $(6 \times 8)$ :

$$D_1 = \begin{pmatrix} 3 & 9 & 2 & 5 & 4 & 4 & 0 & 6 \\ 1 & 4 & 2 & 6 & 0 & 7 & 1 & 3 \\ 3 & 5 & 0 & 1 & 0 & 5 & 8 & 4 \\ 0 & 3 & 6 & 1 & 7 & 2 & 1 & 3 \\ 5 & 1 & 4 & 0 & 3 & 2 & 6 & 0 \\ 7 & 0 & 3 & 3 & 1 & 4 & 7 & 2 \end{pmatrix}$$

и

$$D_2 = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 1 & 0 & 7 & 2 & 3 & 1 \\ 3 & 5 & 1 & 2 & 4 & 1 & 0 & 8 \\ 1 & 3 & 6 & 4 & 1 & 2 & 7 & 3 \\ 5 & 1 & 2 & 9 & 3 & 0 & 4 & 7 \\ 1 & 4 & 4 & 3 & 0 & 5 & 2 & 1 \\ 9 & 3 & 0 & 3 & 2 & 7 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

Информацию о скрываемой информации можно размещать вместо этих матриц. В зависимости от длины скрываемой информации, можно использовать одну, две и больше матриц. В данном случае достаточно одной матрицы, поэтому будем использовать первую матрицу. Согласно формуле (1) вычисляется матрица М путем сложения матриц Т и А:

$$M = T + A = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 2 & 3 & 6 & 3 & 1 & 5 \\ 2 & 6 & 0 & 9 & 4 & 9 & 8 & 6 \\ 1 & 7 & 5 & 6 & 5 & 0 & 6 & 3 \\ 5 & 0 & 9 & 2 & 4 & 8 & 7 & 5 \\ 6 & 3 & 7 & 6 & 7 & 6 & 5 & 3 \\ 2 & 8 & 3 & 1 & 6 & 1 & 2 & 8 \end{pmatrix}$$

Ясно, что матрица М содержит не саму скрываемую информацию, а информацию об этой информации. Поэтому без какого-либо риска можно ее разместить в контейнер и отправить в адрес. Фрагмент документа, полученного после вставки матрицы М вместо матрицы D (матрицы коэффициентов системы линейных уравнений из рис. 1) показан на рис. 2.

**Системы линейных уравнений**

...

**Задачи:**

1. Решайте систему линейных уравнений методом определителей:

$$\begin{cases} 7x_1 + 6x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 6x_5 + 3x_6 + x_7 + 5x_8 = 2 \\ 2x_1 + 6x_2 + 9x_4 + 4x_5 + 9x_6 + 8x_7 + 6x_8 = 0 \\ x_1 + 7x_2 + 5x_3 + 6x_4 + 5x_5 + 6x_7 + 3x_8 = 3 \\ 5x_1 + 9x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 8x_6 + 7x_7 + 5x_8 = 5 \\ 6x_1 + 3x_2 + 7x_3 + 6x_4 + 7x_5 + 6x_6 + 5x_7 + 3x_8 = 8 \\ 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + x_4 + 6x_5 + x_6 + 2x_7 + 8x_8 = 6 \end{cases}$$

2. Решайте систему линейных уравнений методом Гаусса:

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 + x_3 + 7x_5 + 2x_6 + 3x_7 + x_8 = 9 \\ 3x_1 + 5x_2 + x_3 + 2x_4 + 4x_5 + x_6 + 8x_8 = 2 \\ x_1 + 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 + x_5 + 2x_6 + 7x_7 + 3x_8 = 5 \\ 5x_1 + x_2 + 2x_3 + 9x_4 + 3x_5 + 4x_7 + 7x_8 = 1 \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 3x_4 + 5x_6 + 2x_7 + x_8 = 3 \\ 9x_1 + 3x_2 + x_4 + 2x_5 + 7x_6 + 4x_7 + 3x_8 = 2 \end{cases}$$

...

Рис. 2. Конечная форма контейнера после внедрения информации

Доставка контейнера осуществляется по заранее определенному каналу.

Получатель из данных в контейнере извлекает матрицу М. Потом путем вычитания из матрицы М матрицу А по формуле (2) вычисляет матрицу Т и составляет последовательность чисел. Согласно схеме кодирования, эта последовательность преобразуется в последовательность символов и получается исходная информация.

В качестве недостатка данного метода можно показать маленький объем контейнера. Так, в каждом элементе матрицы или таблицы скрывается 1 бит. Поэтому в матрице размером (6×8) можно скрывать только 6 символов.

**Скрытие информации в матрицах в виде десятичных кодов.** В этом разделе используется алгоритм, рассмотренный в предыдущем разделе, однако здесь вместо двоичного кода используется десятичный код символов из стандарта ASCII. Использование десятичного кода символов может значительно увеличить объем контейнера для скрытия информации.

Пусть сторона имеют ключевую матрицу (3) и требуется отправить следующую информацию:

“МАДРИД 27 АПРЕЛЯ 2015 17:30 РЕЙС ВХ893  
ВСТРЕЧАЙТЕ ГОСТЕЙ”

Согласно стандарта ASCII, данная информация преобразуется в последовательность десятичных кодов:

“204 192 196 208 200 196 050 055 192 207 208  
197 203 223 050 048 049 053 049 055 058  
051 048 208 197 201 209 194 213 056 057 051  
194 209 210 208 197 215 192 201 210 197 195  
206 209 210 197 201”

Из этой последовательности составляется таблица Т с размером (6×8):

$$T = \begin{pmatrix} 204 & 192 & 196 & 208 & 200 & 196 & 50 & 55 \\ 192 & 207 & 208 & 197 & 203 & 223 & 50 & 48 \\ 49 & 53 & 49 & 55 & 58 & 51 & 48 & 208 \\ 197 & 201 & 209 & 194 & 213 & 56 & 57 & 51 \\ 194 & 209 & 210 & 208 & 197 & 215 & 192 & 201 \\ 210 & 197 & 195 & 206 & 209 & 210 & 197 & 201 \end{pmatrix}$$

Соответственно параметрам данной матрицы в качестве контейнера выбран документ экономического характера, фрагмент которого показан на рис. 3.

Из табл. 5 контейнера, отражающей объем и структуру товарной продукции, можно составить следующую матрицу в размере (6×8):

$$D = \begin{pmatrix} 285 & 241 & 328 & 341 & 359 & 351 & 360 & 349 \\ 371 & 364 & 379 & 394 & 405 & 383 & 401 & 380 \\ 266 & 213 & 237 & 269 & 242 & 264 & 284 & 298 \\ 259 & 216 & 228 & 198 & 214 & 247 & 223 & 245 \\ 281 & 317 & 366 & 385 & 376 & 350 & 365 & 387 \\ 255 & 266 & 287 & 302 & 318 & 300 & 296 & 264 \end{pmatrix}$$

Путем сложения матриц Т и А по формуле (1) вычисляется матрица М:

$$M = \begin{pmatrix} 211 & 197 & 198 & 211 & 206 & 199 & 50 & 55 \\ 194 & 212 & 208 & 205 & 206 & 232 & 58 & 54 \\ 50 & 60 & 53 & 60 & 62 & 51 & 54 & 211 \\ 202 & 201 & 217 & 195 & 216 & 64 & 64 & 55 \\ 200 & 212 & 216 & 213 & 204 & 221 & 196 & 203 \\ 212 & 204 & 198 & 206 & 215 & 211 & 199 & 209 \end{pmatrix}$$

Полученная матрица М вставляется в таблицу в контейнере (рис. 4).

Контейнер доставляется адресу по заранее определенному способу.

**Скрытие информации в матрицах в виде двоичных и десятичных кодов по таблице кодирования пользователя.** В методах, рассмотренных предыдущих разделах, для кодирования информации использовался стандарт ASCII, что в какой-то мере может содействовать обнаружению и извлечению скрытой в контейнере информации. В этом разделе предлагается использовать для кодирования информации вместо стандарта ASCII таблицу кодирования, специально составленную пользователем. Пример такой таблицы приведен в табл. 1.

**2.4 Анализ финансово-экономической и учетной деятельности предприятия**

Для характеристики деятельности организации представляет интерес структура и объем выпускаемой продукции (Таблица 5).

Таблица 5 – Объем и структура товарной продукции

Вид продукции	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.
	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.
Мягкая мебель	285	341	328	341	359	351	360	349
Мебель для офиса	371	364	379	394	405	383	401	380
Кухонная мебель	266	213	237	269	242	264	284	298
Шкаф-купе	259	216	228	198	214	247	223	245
Двери и окна	281	317	366	385	376	350	365	387
Прочие расходы	255	266	287	302	318	300	296	264

На основании данных таблицы 5 можно сделать вывод, что всю продукцию предприятия можно разделить на несколько категорий: мягкая мебель, мебель для офиса, кухонная мебель, шкаф-купе, двери и окна, прочие расходы. Из основных тенденций стоит выделить рост производства периодически меняется. Объем производства по некоторым видам продукции снижается, а потом опять растет, что связано с кризисными явлениями в экономике и падением спроса на данную продукцию, так как многие компании стали применять режим экономии.

Рассмотрим динамику финансовых результатов деятельности организации за 2010-2015 год (таблица 6).

Рис. 3. Исходная форма контейнера экономического содержания

**2.4 Анализ финансово-экономической и учетной деятельности предприятия**

Для характеристики деятельности организации представляет интерес структура и объем выпускаемой продукции (Таблица 5).

Таблица 5 – Объем и структура товарной продукции

Вид продукции	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.
	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.
Мягкая мебель	211	197	198	211	206	199	50	55
Мебель для офиса	194	212	208	205	206	232	58	54
Кухонная мебель	50	60	53	60	62	51	54	211
Шкаф-купе	202	201	217	195	216	64	64	55
Двери и окна	200	212	216	213	204	221	196	203
Прочие расходы	212	204	198	206	215	211	199	209

На основании данных таблицы 5 можно сделать вывод, что всю продукцию предприятия можно разделить на несколько категорий: мягкая мебель, мебель для офиса, кухонная мебель, шкаф-купе, двери и окна, прочие расходы. Из основных тенденций стоит выделить рост производства периодически меняется. Объем производства по некоторым видам продукции снижается, а потом опять растет, что связано с кризисными явлениями в экономике и падением спроса на данную продукцию, так как многие компании стали применять режим экономии.

Рассмотрим динамику финансовых результатов деятельности организации за 2010-2015 год (таблица 6).

Рис. 4. Контейнер, содержащий информацию о скрытой информации



Таблица 1

Таблица кодирования пользователя

Десятичный код	Двоичный код	Символ	Десятичный код	Двоичный код	Символ
00	000000	пробел	32	100000	*
01	000001	?	33	100001	Л
02	000010	7	34	100010	>
03	000011	Н	35	100011	А
04	000100	3	36	100100	4
05	000101	+	37	100101	Р
06	000110	П	38	100110	6
07	000111	Е (Ё)	39	100111	\
08	001000	№	40	101000	Д
09	001001	Ъ	41	101001	)
10	001010	Т	42	101010	.
11	001011	2	43	101011	Й
12	001100	Ы	44	101100	/
13	001101	И	45	101101	Ж
14	001110	%	46	101110	Э
15	001111	К	47	101111	!
16	010000	Г	48	110000	“(”)
17	010001	;	49	110001	Х
18	010010	М	50	110010	Ц
19	010011	1	51	110011	9
20	010100	Ч	52	110100	Я
21	010101	О	53	110101	(
22	010110	8	54	110110	С
23	010111	l	55	110111	l
24	011000	Ш	56	111000	Б
25	011001	,	57	111001	0
26	011010	Ь	58	111010	Щ
27	011011	У	59	111011	-
28	011100	<	60	111100	Ф
29	011101	В	61	111101	=
30	011110	:	62	111110	Ю
31	011111	3	63	111111	5

Отметим, что скрытие информации в матрицах осуществляется аналогично алгоритмам в предыдущих разделах. Только здесь отличаются коды символов. Так, после преобразования скрываемой информации из примера (ВХ89ЗР), рассмотренного ранее, с учетом табл. 1, получается следующая последовательность двоичных кодов:

111000 110001 010110 110011 000100 000110

Из этой последовательности составляется матрица Т:

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В результате сложения матриц А и Т получается матрица М следующего вида:

$$M = \begin{pmatrix} 8 & 6 & 3 & 3 & 6 & 3 & 1 & 6 \\ 2 & 5 & 0 & 9 & 3 & 10 & 8 & 7 \\ 2 & 7 & 5 & 6 & 4 & 0 & 7 & 4 \\ 5 & 0 & 8 & 2 & 3 & 8 & 7 & 4 \\ 6 & 4 & 7 & 5 & 7 & 6 & 4 & 2 \\ 2 & 7 & 3 & 0 & 6 & 1 & 2 & 8 \end{pmatrix}$$

После внедрения скрытой информации контейнер математическим содержанием получает вид, показанный на рис. 5.

**Системы линейных уравнений**

...

**Задачи:**

1. Решите систему линейных уравнений методом определителей:

$$\begin{cases} 8x_1 + 6x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 6x_5 + 3x_6 + x_7 + 6x_8 = 2 \\ 2x_1 + 5x_2 + \phantom{3x_3} + 9x_4 + 3x_5 + 10x_6 + 8x_7 + 7x_8 = 0 \\ 2x_1 + 7x_2 + 5x_3 + 6x_4 + 4x_5 + \phantom{10x_6} + 7x_7 + 4x_8 = 3 \\ 5x_1 + \phantom{2x_2} + 8x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 8x_6 + 7x_7 + 4x_8 = 5 \\ 6x_1 + 4x_2 + 7x_3 + 5x_4 + 7x_5 + 6x_6 + 4x_7 + 2x_8 = 8 \\ 2x_1 + 7x_2 + 3x_3 + \phantom{6x_4} + 6x_5 + x_6 + 2x_7 + 8x_8 = 6 \end{cases}$$

2. Решите систему линейных уравнений методом Гаусса:

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 + x_3 + \phantom{7x_4} + 7x_5 + 2x_6 + 3x_7 + x_8 = 9 \\ 3x_1 + 5x_2 + x_3 + 2x_4 + 4x_5 + x_6 + \phantom{7x_7} + 8x_8 = 2 \\ x_1 + 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 + x_5 + 2x_6 + 7x_7 + 3x_8 = 5 \\ 5x_1 + x_2 + 2x_3 + 9x_4 + 3x_5 + \phantom{7x_6} + 4x_7 + 7x_8 = 1 \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 3x_4 + \phantom{5x_5} + 5x_6 + 2x_7 + x_8 = 3 \\ 9x_1 + 3x_2 + \phantom{4x_3} + x_4 + 2x_5 + 7x_6 + 4x_7 + 3x_8 = 2 \end{cases}$$

...

Рис. 5. Контейнер с внедренной информацией (на основе таблицы кодировки пользователя)

А теперь рассмотрим метод скрытия информации в матрице на основе десятичных кодов символов из табл. 1. После преобразования скрываемой информации из примера, рассмотренного предыдущем разделе (“МАДРИД 27 АПРЕЛЯ 2015 17:30 РЕЙС ВХ89З ВСТРЕЧАЙТЕ ГОСТЕЙ”) получается следующая последовательность чисел:

“18 35 40 37 13 40 11 02 35 06 37 07 33 52 11 57 19 63 19 02 30 04 57 37 07 43 54 29 49 22 51 04 29 54 10 37 07 20 35 43 10 07 16 21 54 10 07 43”.

Из этой последовательности формируется матрица Т следующего вида:

$$T = \begin{pmatrix} 18 & 35 & 40 & 37 & 13 & 40 & 11 & 2 \\ 35 & 6 & 37 & 7 & 33 & 52 & 11 & 57 \\ 19 & 63 & 19 & 2 & 30 & 4 & 57 & 37 \\ 7 & 43 & 54 & 29 & 49 & 22 & 51 & 4 \\ 29 & 54 & 10 & 37 & 7 & 20 & 35 & 43 \\ 10 & 7 & 16 & 21 & 54 & 10 & 7 & 43 \end{pmatrix}$$

В результате сложения матриц А и Т получается матрица М:

$$M = \begin{pmatrix} 63 & 32 & 9 & 6 & 27 & 53 & 59 & 40 \\ 45 & 42 & 7 & 58 & 14 & 11 & 43 & 12 \\ 38 & 14 & 37 & 16 & 61 & 19 & 69 & 22 \\ 7 & 30 & 12 & 58 & 40 & 15 & 50 & 54 \\ 62 & 52 & 28 & 56 & 11 & 22 & 25 & 5 \\ 37 & 23 & 36 & 35 & 43 & 30 & 37 & 45 \end{pmatrix}$$

После внедрения скрытой информации контейнер экономическим содержанием получает вид, показанный на рис. 6.

2.4 Анализ финансово-экономической и учетной деятельности предприятия

Для характеристики деятельности организации представляет интерес структура и объем выпускаемой продукции (Таблица 5).

Таблица 5 – Объем и структура товарной продукции

Вид продукции	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.
	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.	млн. р.
Мягкая мебель	63	32	9	6	27	53	59	40
Мебель для офиса	45	42	7	58	14	11	43	12
Кухонная мебель	38	14	37	16	61	19	69	22
Шкаф-купе	7	30	12	58	40	15	50	54
Двери и окна	62	52	28	56	11	22	25	5
Прочие расходы	37	23	36	35	43	30	37	45

На основании данных таблицы 5 можно сделать вывод, что всю продукцию предприятия можно разделить на несколько категорий: мягкая мебель, мебель для офиса, кухонная мебель, шкаф-купе, двери и окна, прочие расходы. Из основных тенденций стоит выделить рост производства периодически меняется. Объем производства по некоторым видам продукции значительно снижается, потом опять растет, что связано с кризисными явлениями в экономике и падением спроса на данную продукцию, так как многие компании стали применять режим экономии.

Рассмотрим динамику финансовых результатов деятельности организации за 2011-2015 год (таблица 6).

.....

Рис. 6. Контейнер с внедренной информацией (на основе таблицы кодировки пользователя)

Следует отметить, что предложенные в этом разделе методы для скрытия информации в контейнере и извлечения ее из полученного контейнера помимо ключевой матрицы и алгоритмов требуют наличия (согласования) таблицы кодирования. Поэтому сторона заранее должны обеспечить доставку этих таблиц по секретному каналу.

### Заключение

Разработаны методы стеганографического скрытия информации в научных, учебных и учебно-методических документах, а также отчетах, содержащие данные матричного или табличного вида.

В этих методах скрываема информация преобразуется в последовательность чисел с помощью заранее определенных таблиц кодирования, далее

исходя из этой последовательности составляется матрица. Над этой и заранее согласованной сторонами ключевой матрицей выполняются определенные операции. Полученная конечная матрица или таблица вставляется в контейнер и отправляется в адрес.

Так как вставляемая в контейнер матрица содержит не скрываемую информацию, а только информацию о ней, а также ключевая матрица, таблица кодирования информации и операции, выполняемые над матрицами известны только сторонам, то обнаружение и извлечение скрываваемой информации посторонними лицами невозможно.

Таким образом, стойкость предложенных методов определяется степенями секретности алгоритма, ключевой матрицы и таблицы кодирования, а также надежности каналов передачи контейнера.

### Список литературы

1. Касумов В.А. Основы информационной безопасности / В.А. Касумов. – Баку: ИПЦ МНБ, 2009. – 340 с.
2. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – М.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
3. Morkel T. An Overview of Image Steganography / T. Morkel, J.H.P. Eloff, M.S. Olivier // Proceedings of the Fifth Annual Information Security South Africa Conference (ISSA2005), Sandton, South Africa, June/July 2005 (Published electronically).
4. Artz D. Digital Steganography: Hiding data within Data / D. Artz // IEEE Internet Computing Jour., June 2001.
5. Текин В. Текстовая стеганография [Электронный ресурс] / В. Текин // Мир ПК. – 2004. – №11. – С. 63. – Режим доступа к журналу: <http://www.osp.ru/pcworld/2004/11/169154/>.
6. Bender W. Techniques for data hiding / W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu // IBM Systems Journal – 1996. – Vol. 35, Issues 3&4. – P. 313-336.

Поступила в редколлегию 28.03.2016

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. С.Г. Семенов, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

### СТЕГАНОГРАФІЧНЕ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В МАТРИЧНИХ (ТАБЛИЧНИХ) ДАНИХ

В.А. Касумов

У статті розглянуті методи приховування інформації в наукових, навчально-методичних документах і звітах, що містять дані табличного і матричного вигляду. У пропонуваніх методах приховування інформація спочатку перетворюється в послідовність двійкових або десяткових чисел, згідно заздалегідь визначеній таблиці кодування, а потім з цієї послідовності формується матриця. Над цією і ключовою матрицями виконуються деякі операції, отримана матриця вставляється замість матриці або таблиці, наявної в контейнері, після чого контейнер передається за призначенням.

**Ключові слова:** стеганографія, комп'ютерна стеганографія, контейнер, контейнер матриця, ключова матриця, приховування інформації в матриці (таблиці).

### THE STEGANOGRAPHIC CONCEALMENT OF THE INFORMATION IN MATRIX (TABULAR) DATA

V.A. Gasimov

In article methods of concealment of the information in scientific, educational documents and the reports containing the tabular and matrix data are considered. In offered methods the information at first will be transformed to sequence of binary or decimal numbers, agrees to the beforehand defined coding table, and then on the basis of this sequence the matrix is formed. Over this matrix and a key matrix some operations are fulfilled, the received final matrix is interposed instead of a matrix or the table which are available in the container and transferred to destination

**Keywords:** steganography, computer steganography, container, container matrix, key matrix, information concealment in matrix (table).