

**Алгоритм Коха-Жао (Koch - Zhao)** [24, 50] предназначен для работы с JPEG-контейнерами. Он относится к числу алгоритмов, реализующих изменение значений групп выбранных элементов контейнера  $I$  таким образом, чтобы они удовлетворяли определенным соотношениям в зависимости от значения встраиваемых битов сообщения. Отметим, что подобные алгоритмы применяются главным образом для встраивания ЦВЗ, как правило, являясь робастными за счет значительного уменьшения емкости стегоконтейнеров по сравнению с алгоритмами, реализующими прямое встраивание в элементы контейнера.

Встраивание битов сообщения в алгоритме Коха-Жао реализуется путем изменения соотношений между парами коэффициентов из области средних частот блоков коэффициентов ДКП. В алгоритме могут использоваться среднечастотные коэффициенты всех составляющих модели YCbCr. Порядок обхода блоков коэффициентов при ССИ определяется стеганографическим ключом. Встраивание бита сообщения  $m_i$  в блок коэффициентов ДКП  $D^{(b)}$  ( $b$  – номер блока) реализуется по следующему правилу:

если  $m_i = 0$ , то значения выбранных коэффициентов  $d_b(j, k)$ ,  $d_b(l, n) \in D^{(b)}$  модифицируются таким образом, чтобы разность их абсолютных значений стала бы больше заданной положительной величины

$$|\tilde{d}_b(j, k)| - |\tilde{d}_b(l, n)| > \varepsilon,$$

если  $m_i = 1$ , то значения выбранных коэффициентов модифицируются таким образом, чтобы разность их абсолютных значений стала бы меньше заданной отрицательной величины

$$|\tilde{d}_b(j, k)| - |\tilde{d}_b(l, n)| < -\varepsilon,$$

где  $\tilde{d}_b(j, k), \tilde{d}_b(l, n)$  – измененные значения коэффициентов ДКП,  $\varepsilon$  – целочисленный параметр, влияющий на силу встраивания бита. Чем больше значение  $\varepsilon$ , тем выше устойчивость встроенных данных к возможным искажениям контейнера, однако качество последнего при этом значительно ухудшается.

Для извлечения сообщения по методу Коха-Жао производится извлечение коэффициентов ДКП из заполненного JPEG-контейнера, и значения битов  $m_i$  определяются по следующему правилу:

$$m_i = \begin{cases} 0, & \text{если } |\tilde{d}_b(j, k)| > |\tilde{d}_b(l, n)| \\ 1, & \text{если } |\tilde{d}_b(j, k)| < |\tilde{d}_b(l, n)| \end{cases}.$$

К достоинствам алгоритма Коха-Жао можно отнести неплохую робастность, а к недостаткам – низкие показатели емкости и возможное снижение качества заполненных контейнеров при больших значениях  $\varepsilon$ .