**Встраивание водяных меток с помощью LSB алгоритма**

Алгоритм LSB (Least Significant Bit -наименее значимый бит) – один из наиболее простых и широко используемых методов встраивания водяных знаков в цифровые изображения. Основан такой метод на замене младших битов пикселей изображения данными водяного знака.

**Принцип работы**

Основная концепция алгоритма заключается в том, что изменение младшего бита пикселя практически не влияет на визуальное восприятие изображения человеческим глазом. В 8-битном представлении цвета изменение LSB означает изменение значения пикселя максимум на +-1, что незаметно для человека.

**Математическое описание**

Пусть имеем два пикселя с исходным значением и водяным битом . Тогда новое значение будет высчитываться по следующей формуле:

Здесь операция обнуляет наименьший значимый бит, а операция устанавливает новый бит.

Алгоритм:

1. Подготовка данных
   1. Конвертация текста в двоичное представления (каждый символ = 8 бит)
   2. Чтение изображения-контейнера
   3. Определение координат для встраивания
2. Встраивание длины сообщения
   1. Первые 16 пикселей используются для хранения длинны текста, что позволяет извлечь сообщение корректно при декодировании
3. Основное встраивание

Для каждого бита водяного знака берется очередной пиксель и к нему применяется формула что выше, получая следующую структуру в представлении алгоритмическом:  
  
Алгоритм Встраивание\_водяного\_знака(W, Изображение):

Вход:

W — массив бит водяного знака (длина N)

Изображение — массив пикселей (минимум N пикселей)

Для i от 0 до N-1:

бит\_водяного\_знака ← W[i]

пиксель ← Изображение[i]

пиксель ← (пиксель И 11111110₂) ИЛИ бит\_водяного\_знака

Изображение[i] ← пиксель

Конец для

Выход: Модифицированное Изображение

1. Сохранение результата в формате без сжатия (Bmp, Png)

Алгоритм извлечения обратный

1. **Чтение длины сообщения** из первых 16 пикселей
2. **Извлечение LSB** из соответствующего количества пикселей
3. **Группировка битов** по 8 для формирования символов
4. **Конвертация** в текстовое сообщение

Так же можно дополнить алгоритм, используя не один единственный младший бит, а добавив параметр глубины. Глубина будет определять количество битов в пикселе, которые будут считаться младшими и в которые можно встраивать секрет. В таком случае увеличится объем спрятанной информации, но чем больше глубина, тем более заметны становятся визуальные искажения.

Преимущества:

1. Простота реализации и понимания
2. Высокая пропускная способность
3. Минимальные визуальные искажения
4. Возможность встраивания различных типов данных

Недостатки

1. Уязвимость к сжатию (особенно JPEG)
2. Низкая устойчивость к шумовым атакам
3. Легко обнаруживается стегоанализом
4. Не подходит для надежной защиты авторских прав.
5. Bamatraf, A., Ibrahim, R., Salleh, M. A New Digital Watermarking Algorithm Using Combination of Least Significant Bit (LSB) and Inverse Bit [Электронный ресурс]. — arXiv, 2011. — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1111.6727.pdf> (дата обращения: 23.10.2025).
6. Sharma, N., Bhatnagar, S. A Modified LSB Technique of Digital Watermarking in Spatial Domain [Электронный ресурс]. — arXiv, 2013. — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1303.7353.pdf> (дата обращения: 23.10.2025).
7. Gurpreet Johal. Digital Watermarking Algorithm Using LSB [Электронный ресурс] // Academia.edu. — 2009. — Режим доступа: <https://www.academia.edu/10310065/Digital_watermarking_algorithm_using_LSB> (дата обращения: 23.10.2025).
8. Sharma, P. K., Rajni. Analysis of Image Watermarking Using Least Significant Bit Algorithm [Электронный ресурс] // International Journal of Information Sciences and Techniques. — 2012. — Т. 2, № 4. — Режим доступа: <https://airccse.org/journal/IS/papers/2412ijist09.pdf> (дата обращения: 23.10.2025).