

территории Российской Федерации характерны значения углов  $66^\circ < I < 84^\circ$  [1]. Проведенные исследования существующих образцов электронных компасов на рынке готовых изделий и услуг, показали, что существующие системы при высокой стоимости не обеспечивают должной точности курсоуказания, а в области высоких широт теряют целесообразность их применения. Предлагаемый малогабаритный электронный компас при меньшей стоимости способен при идентичных датчиках повысить точность курсоуказания в области высоких широт до 5-6 раз, что является конкурентоспособным предложением. Областью применения предлагаемого электронного компаса является широкий круг как неподвижных, так и подвижных объектов. Он может применяться в составе автопилотов беспилотных летательных аппаратов, в составе пешеходных и автомобильных навигаторов, в инклинометрии при бурении горизонтальных скважин.

#### Литература

1. Распопов В.Я. Микросистемная техника. Тула: ГРИФ и К, 2010. – 248 с.
2. HMC/HMR Series. MAGNETIC SENSOR PRODUCTS [Электронный ресурс] / Solid State Electronics Center. Режим доступа: <http://www.ssec.honeywell>.

УДК 621.391

### ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕГОЗАПИСИ В КОНТЕЙНЕР В ВИДЕ QR-КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ЛЕНГЕЛААРА

Аспирант Ковынёв Н. В.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Шифрование помогает сохранить информацию в секрете, но также может привлечь лишнее внимание, так как какой-либо файл нельзя будет открыть. Один из важных аспектов шифрование – сохранение наличия тайной информации в файле. Наиболее простой способ скрыть секретную информацию – поместить ее внутри какого-либо безобидного файла. Такую задачу можно решить при помощи стеганографических методов [1, 2]. В данной работе мы рассмотрим один из них, алгоритм Ленгелаара.

Алгоритм Ленгелаара работает с блоками изображения  $8 \times 8$  пикселей. Вначале создается псевдослучайная маска нулей и единиц такого же размера  $pat(x, y) \in \{0, 1\}$ . Далее каждый блок  $B$  делится на два субблока:  $B_0$  и  $B_1$ , в зависимости от значения маски. Для каждого субблока вычисляется среднее значение яркости,  $l_0$  и  $l_1$ . Далее выбирается некоторый порог  $\alpha$ , и бит ЦВЗ встраивается следующим образом:

$$S = \begin{cases} 1, & l_0 - l_1 > \alpha \\ 0, & l_0 - l_1 < -\alpha \end{cases} \quad (1)$$

Если это условие не выполняется, необходимо изменять значения яркости пикселей субблока  $B_1$ . Для извлечения бита ЦВЗ также вычисляются средние значения яркости субблоков. Разница между ними позволяет определить искомый бит:

$$S = \begin{cases} 1, l_0 - l_1 > 0 \\ 0, l_0 - l_1 < 0 \end{cases} \quad (2)$$

В ходе выполнения исследования были написаны две программы `write_stego` и `read_stego`. Обе программы разработаны в среде MathCAD.

*Write\_stego* – программа, реализующая запись сообщения в контейнер в виде QR кода. Записываемое сообщение находится в файле `input_message.txt`. Контейнер в виде QR кода – файл `container.jpg`. Результат записи сообщения в контейнер сохраняется в файл `container_with_stego.jpg`. Маска для восстановления сообщения записывается в файл `mask.txt`.

*Read\_stego* – программа, реализующая восстановление сообщения из контейнера и в которой проведено исследование на устойчивость записи при передаче по интернету и восстановлении из фотографии контейнера. Для восстановления сообщения из файла, переданного по интернету, используется `container_with_stego.jpg`. Для восстановления сообщения с использованием фотографии используются файлы `photo1.jpg`, `photo5.jpg`, `photo10.jpg`, отличающиеся между собой порогом, с которым было занесено стегосообщение в контейнер.

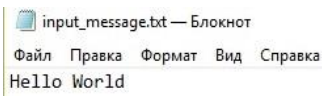


Рис. 1. Вид сообщения, записываемое в контейнер

В результате попытки восстановления стегосообщения из контейнера, переданного по интернету, сообщение совпало с корректным уже при значении порога  $\alpha = 1$ . Можно сделать вывод, что передача контейнера с сообщением по интернету никак повлияла на передаваемую информацию.



Рис. 2. Контейнер со стегосообщением, переданный по интернету

Исследование устойчивости стегозаписи через фотографию проводилось при трех различных значениях порога:  $\alpha = 1, 5, 10$ . При значении порога 1 и 5 изменения в яркости блоков контейнера были незаметны или трудноразличимы для человеческого глаза. Для этих двух случаев сообщение не было восстановлено корректно. При значении порога 10 изменения в

яркости блоков уже можно было увидеть невооруженным взглядом, однако, попытка восстановления сообщения так же оказалась unsuccessful. Следовательно, можно сделать вывод, алгоритм Ленгелаара неустойчив к восстановлению стегосообщения через фотографию.

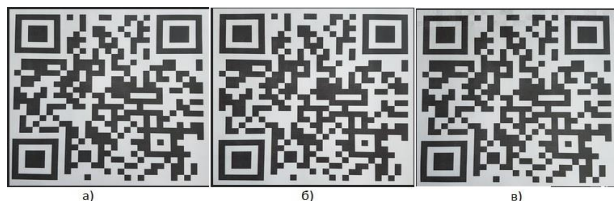


Рис. 3. Фотографии контейнеров со стегосообщением: а)  $\alpha = 1$ , б)  $\alpha = 5$ , в)  $\alpha = 10$

### Литература

1. Байкова, М.И. QR коды: новые способы взаимодействия с информацией / М.И. Байкова, С.В. Фукалова. - М.: материалы конференции. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. 2018. С. 83-86.
2. Ганиев А.А. Исследование QR кодов и их применение / А.А. Ганиев. - М.: Интернаука. 2017. №9-1 (13). С. 23-27.

УДК 621.3.049

## МЕТОД КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ КРЕМНИЯ

Студенты гр.11312115 Тихоновец Е. С., Фолынсков Д. И.  
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л. И.  
Белорусский национальный технический университет

Развитие эпитаксиальной технологии привело к решению задач прецизионного легирования эпитаксиальных слоев и контроля распределения времени жизни неравновесных носителей заряда  $\tau$  по пластине.

В данной работе использовался метод контроля  $\tau$  по спектральной зависимости фотоЭДС  $\phi(\lambda)$  на контакте полупроводник-электролит. Из измерений  $\phi(\lambda)$  можно определить диффузную длину  $L_d$  и рассчитать  $\tau$ .

При низком уровне инжекции  $\phi(\lambda)$  пропорциональна концентрации неравновесных носителей заряда  $\Delta n$ . Если глубина поглощения света и  $L_d$  составляет незначительную долю общей толщины эпитаксиального слоя, а обратная величина коэффициента поглощения  $\alpha$  света превосходит толщину области пространственного заряда, то на освещаемой поверхности:

$$\Delta n = \frac{\beta I \tau (1 - R)}{h\nu (L_d + S\tau)} \frac{\alpha L_d}{1 + \alpha L_d},$$

где  $I$  – интенсивность света,  $\beta$  – квантовый вход внутреннего фотоэффекта,