

УДК 544.528.22

А.А. Моисеев
СКРЫТОЕ МАСКИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ
ГосНИИ химмотологии РФ

Разработаны методы скрытого маскирования изображения, позволяющие осуществить его визуальную и автоматическую авторизацию. Соответствующие алгоритмы базируются:

- *на преобразовании монохромной составляющей разложенного цветного изображения и его последующем восстановлении;*
- *на согласованной фильтрации маски, наложенной на изображение.*

Разработанные алгоритмы скрытого маскирования были реализованы в графической среде Simulink, что позволило продемонстрировать их работоспособность.

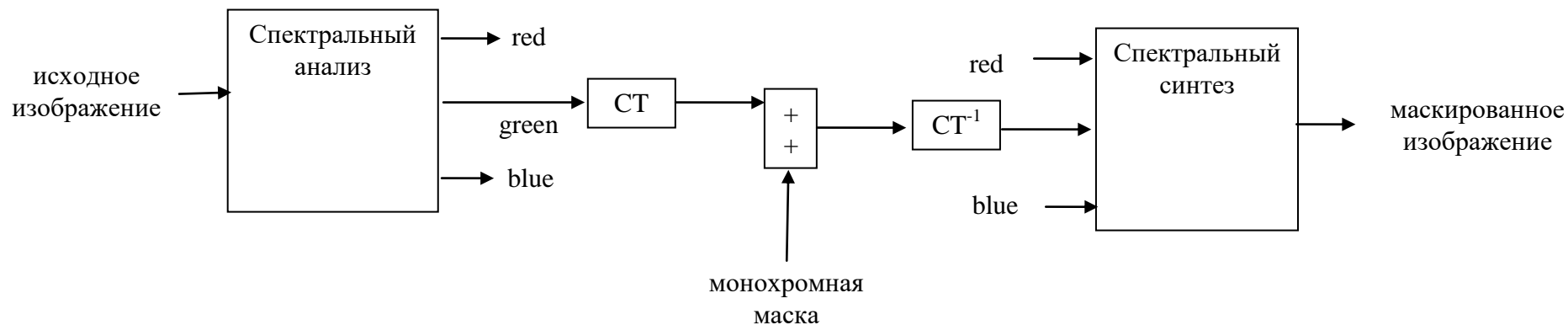
Ключевые слова: изображение, авторизация, маскирование, RGB – составляющие, косинус – преобразование, согласованная фильтрация, взаимная корреляция, автокорреляция

Обычной целью скрытого маскирования изображения является его авторизация. Примером такого маскирования является нанесение на изображение водяного знака, идентифицируемого цифровыми или оптическими средствами. Реализация этой процедуры для маски специального вида рассмотрена в [1]. В данной работе рассматривается использование в качестве водяного знака произвольной монохромной маски для цветного цифрового изображения.

Схема реализации скрытого маскирования отображена на рисунке 1. Исходное изображение подвергается спектральному анализу – разложению на RGB – составляющие. При этом предполагается, что монохромная маска соответствует G – составляющей. В этом случае G – составляющая исходного изображения подвергается предварительному косинус – преобразованию СТ [2] и на него аддитивно накладывается монохромная маска. Результата наложения подвергается обратному косинус – преобразованию СТ⁻¹. Затем, в ходе спектрального синтеза преобразованная G – составляющая объединяется с R – и B – составляющими исходного изображения, образуя маскированное изображение.

Авторизация маскированного изображения осуществляется путем его демаскирования, которое представляет собой обратную процедуру. Последняя включает спектральное разложение маскированного изображения, косинус – преобразование G – составляющей и ее последующее объединение с R – и B – составляющими маскированного изображения. В результате наложенная маска проявляется в демаскированном цветном изображении.

маскирование



демаскирование

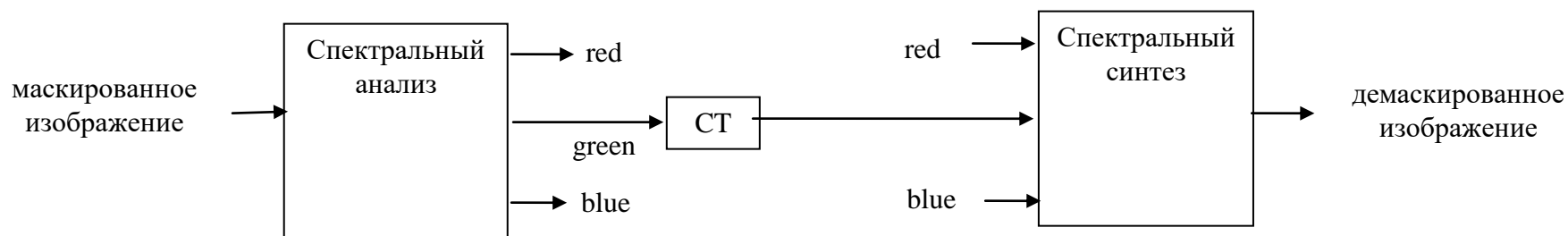


Рисунок 1. Маскирование/демаскирование цветного изображения

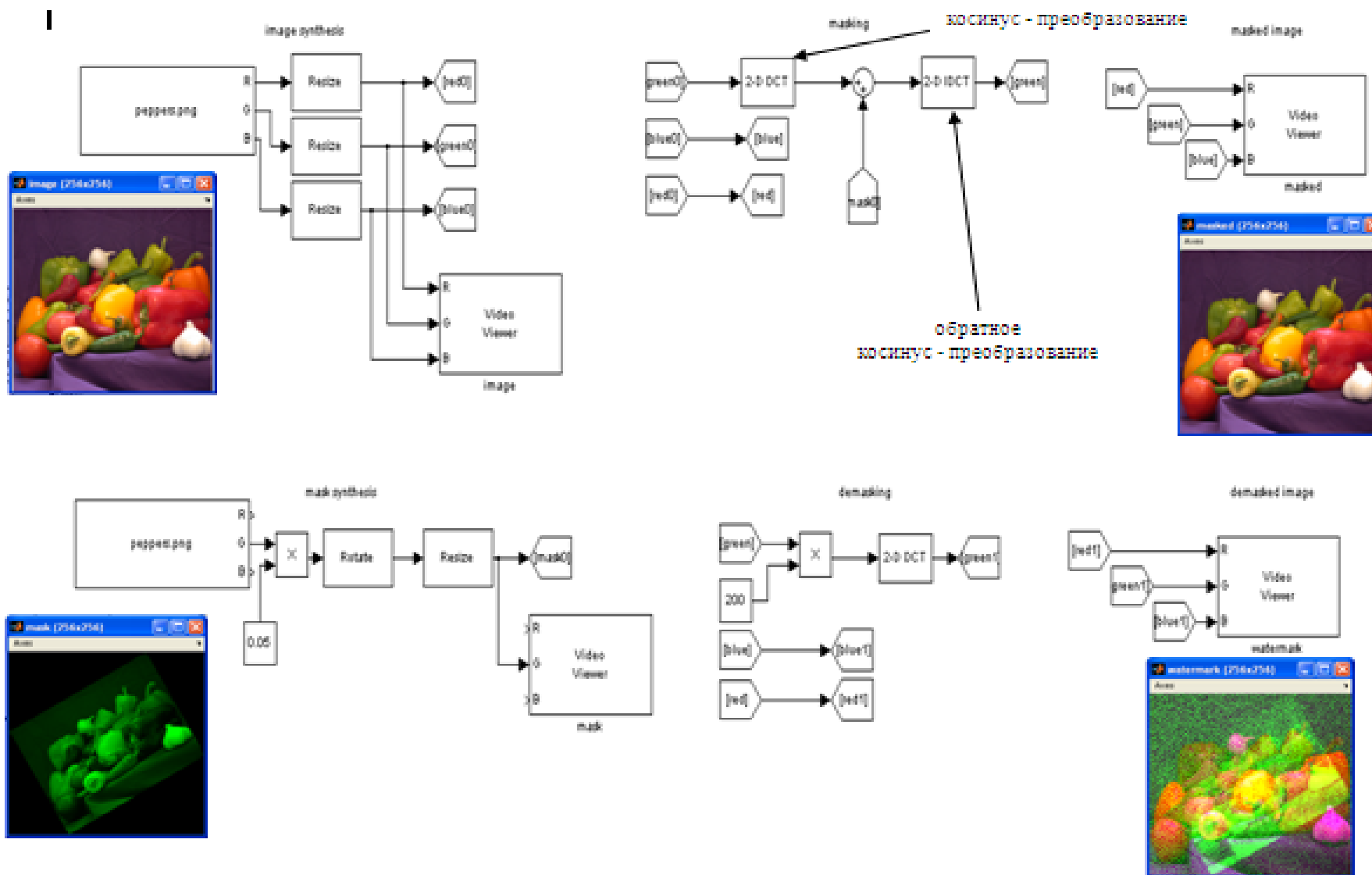


Рисунок 2. Маскирование/демаскирование при наличии маски

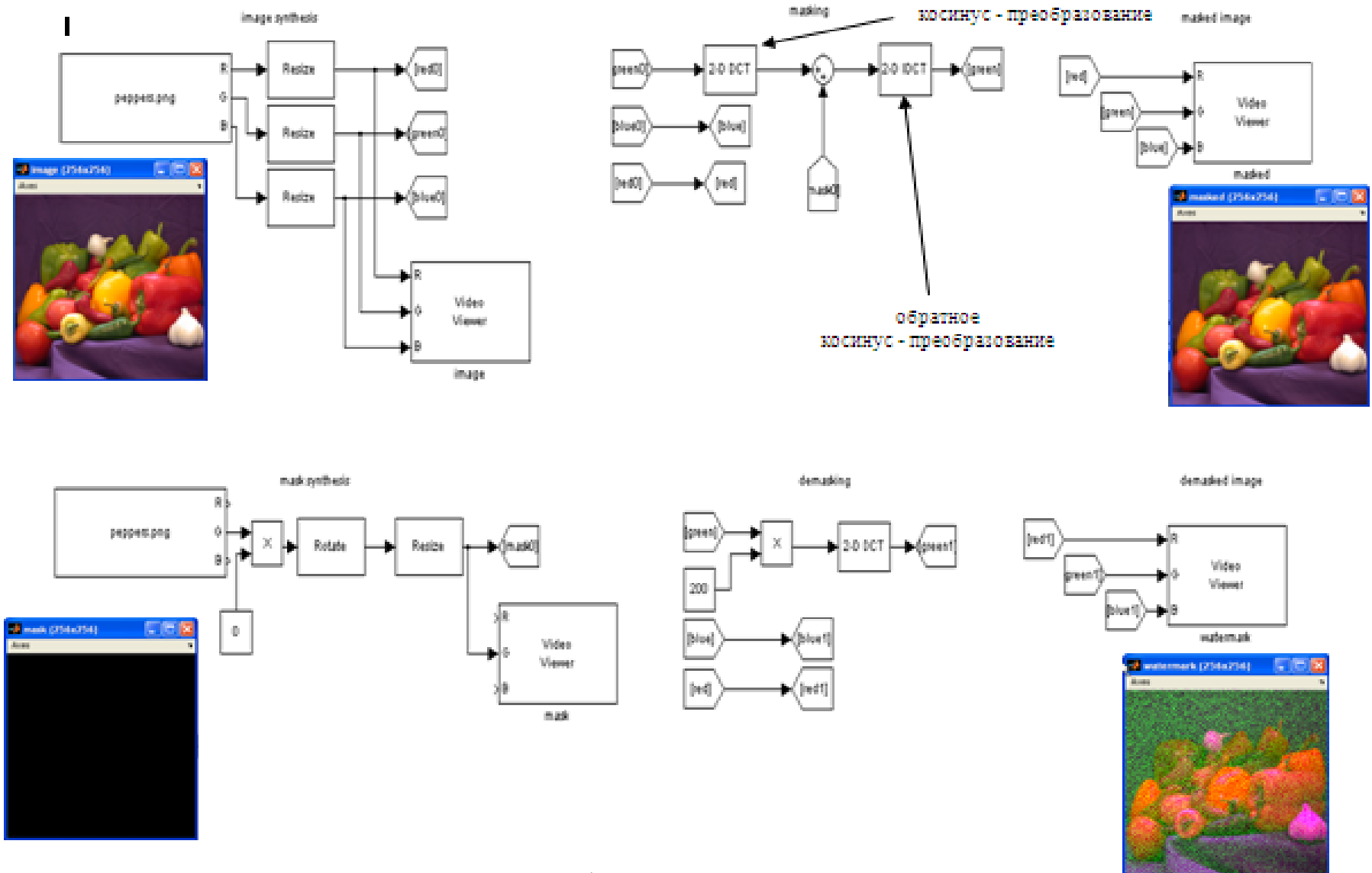


Рисунок 3. Маскирование/демаскирование в отсутствие маски

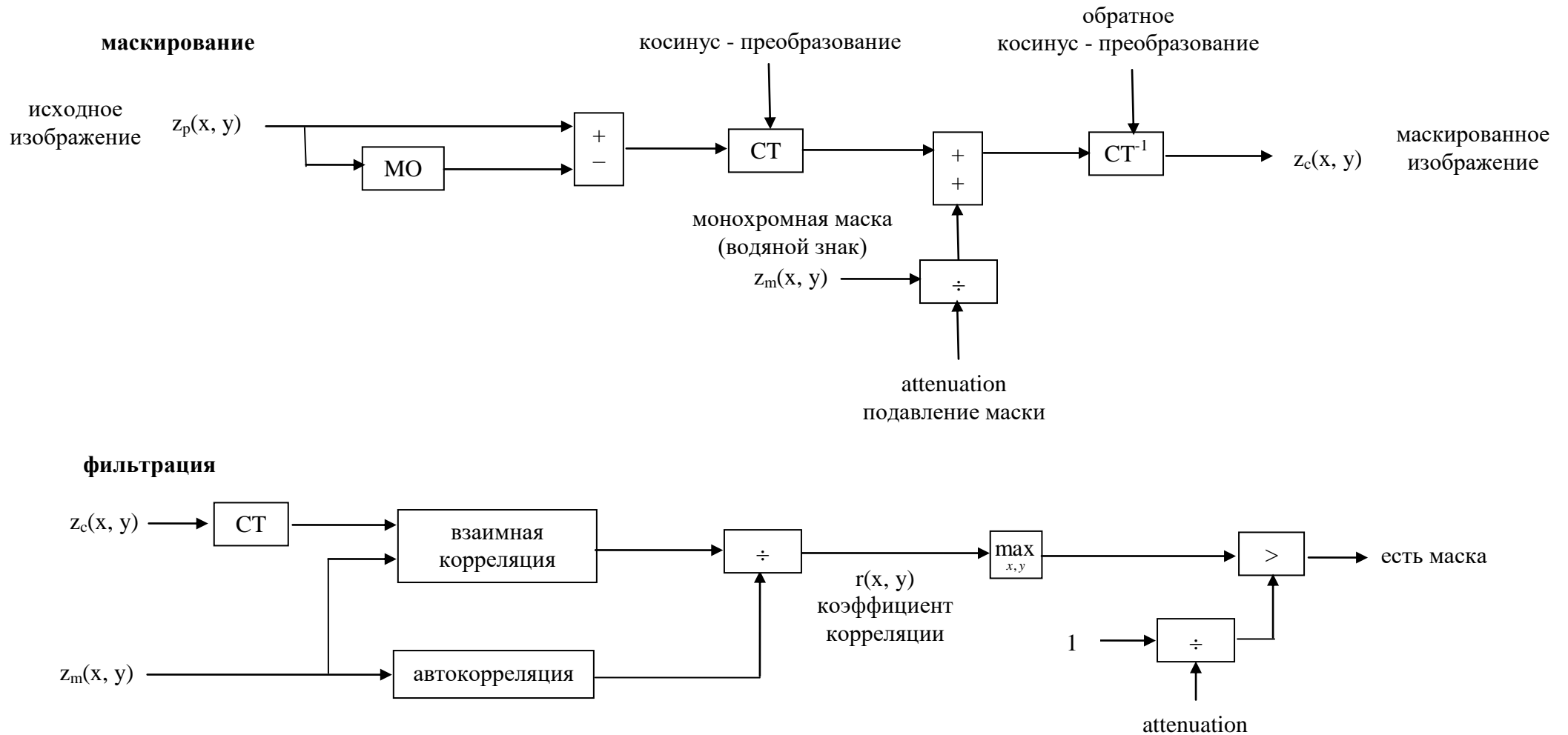


Рисунок 4. Контроль маскирования методом согласованной фильтрации

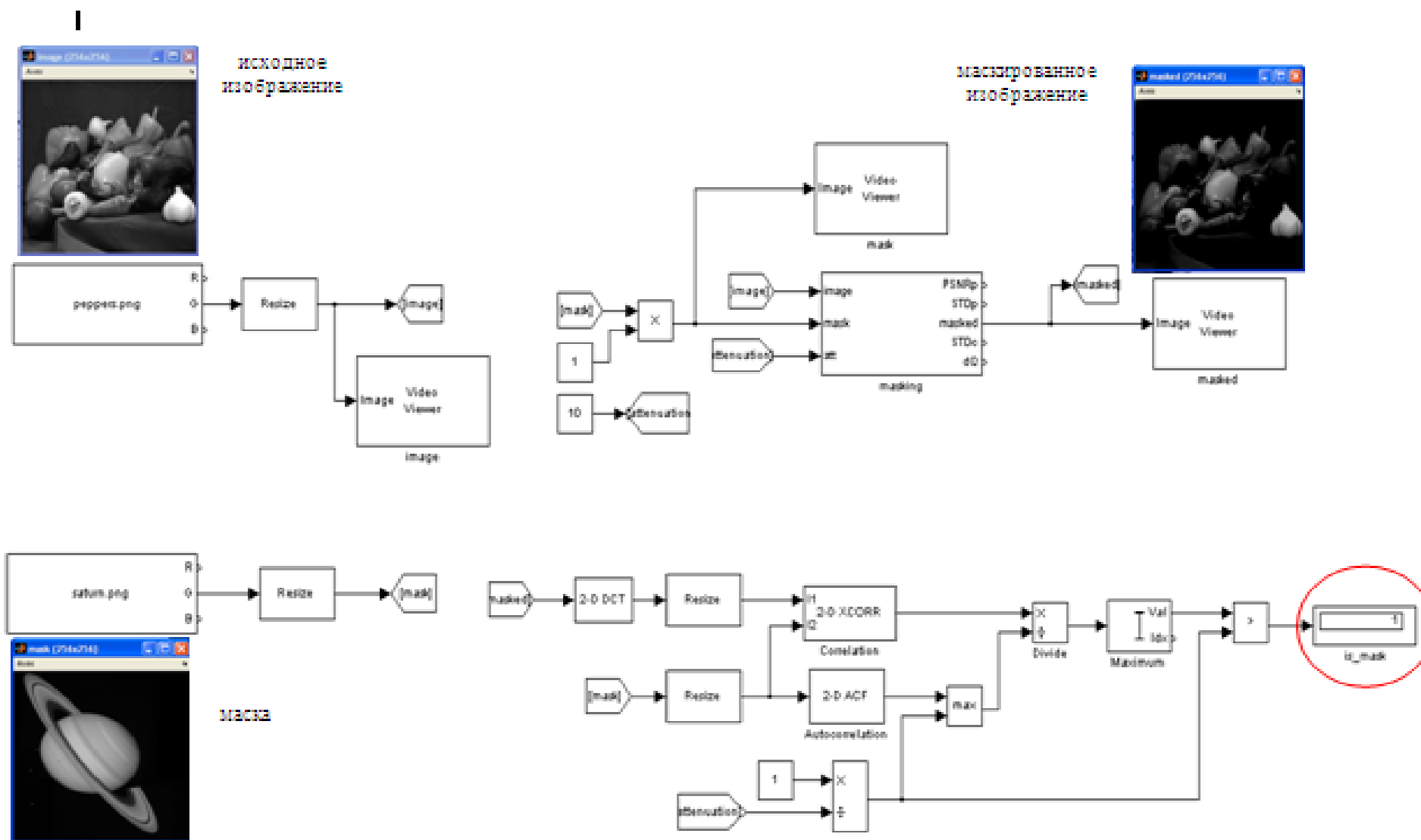


Рисунок 5. Результат контроля при наличии маски

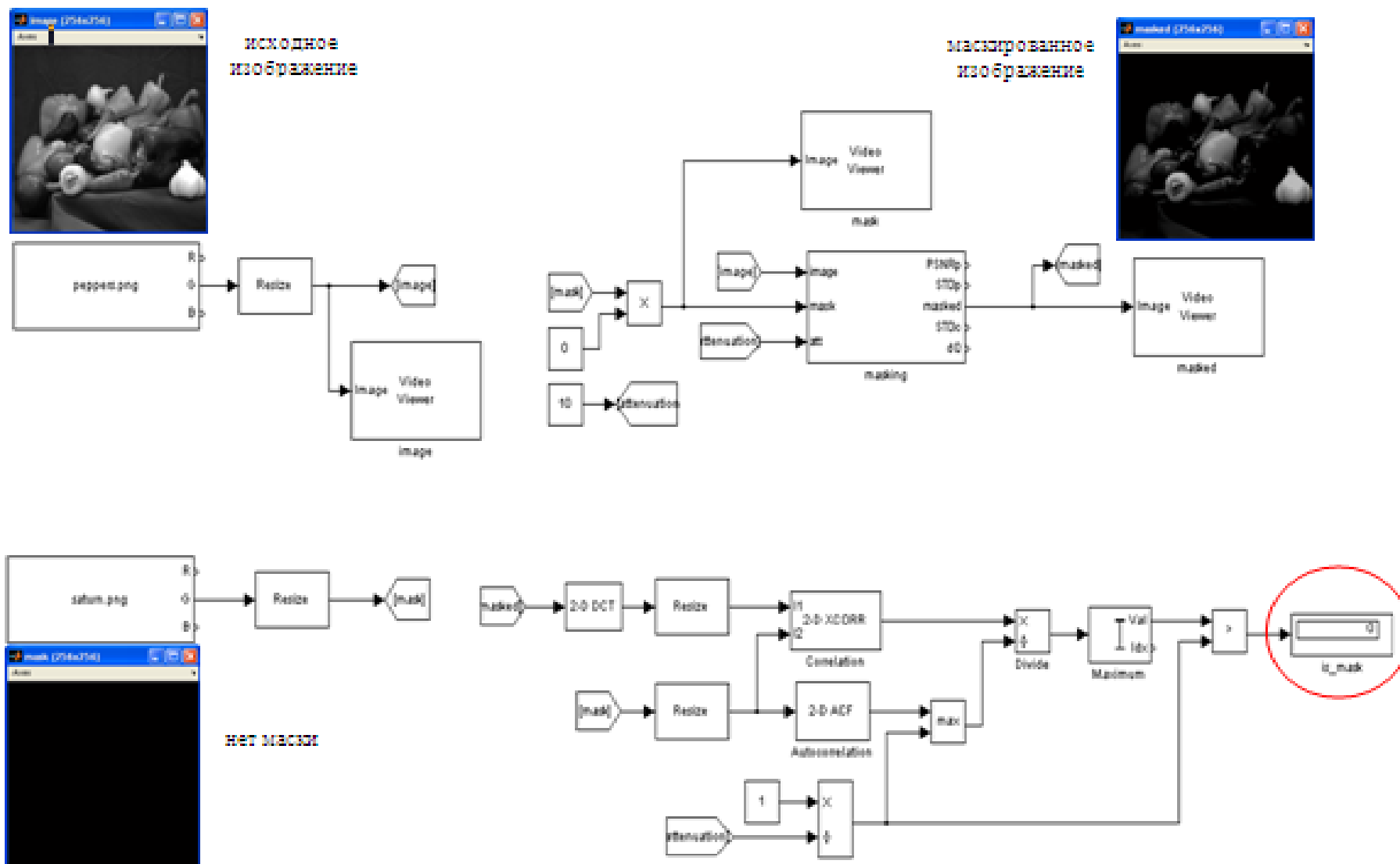


Рисунок 6. Результат контроля при отсутствии маски

Предложенный алгоритм маскирования/демаскирования изображения был реализован в графической среде Simulink [3]. Схема реализации и ее результаты отображены на рисунках 2 и 3 для случаев присутствия и отсутствия маски. Монохромная маска, отображенная на рисунке 2, формируется путем поворота G – составляющей исходного изображения. Она накладывается на результат косинус – преобразования G – составляющей исходного изображения. Преобразованная G – составляющая формировалась путем обратного косинус – преобразования, а маскированное изображение – путем объединения этой составляющей с неизменными R – и B – составляющими. Исходное и маскированное изображение, а также монохромная маска приведены на рисунке 2. Из него видно, что исходное и маскированное изображения визуально не различимы. Демаскирование изображения, как уже указывалось, осуществляется путем преобразования G – составляющей исходного изображения и последующего спектрального синтеза. Демаскированное изображение представлено на рисунке 2. G – составляющая в этом изображении подавлена и на его фоне выделяется авторизующая маска.

Ситуация в отсутствие маски отображена на рисунке 3. Как и следовало ожидать. Исходное и маскированное изображения визуально неразличимы. В демаскированном изображении G – составляющая трансформируется в шумоподобную, что и является признаком отсутствия маски.

Автоматическая авторизация изображения представляет собой автоматическое принятие решения о наличии или отсутствии маски. Естественным методом решения этой задачи является выделение маски путем согласованной фильтрации [4, 5] с последующей пороговой обработкой результата. Схема соответствующего алгоритма обработки монохромного изображения приведена на рисунке 4. Маскирование изображения предусматривает, как и ранее, аддитивное наложение аттенюированной монохромной маски на результат косинус – преобразования ST исходного центрированного изображения и последующее обратное косинус – преобразование ST^{-1} результата этого наложения. Согласованная фильтрация маскированного изображения включает его предварительное косинус – преобразование и расчет взаимной корреляции с маской, а также вычисление автокорреляции маски. Их отношение представляет собой коэффициент корреляции $r(x, y)$.

В построенном таким образом коэффициенте корреляции ищется максимум, значение которого сравнивается с порогом, обратным коэффициенту аттенюации маски. Факт превышения порога соответствует при этом наличию маски. В противном случае считается, что маска отсутствует. На рисунках 5, 6 приведена реализация автоматической реализации в среде Simulink. Процедура маскирования при этом

аналогична описанной выше. Результат авторизации при наличии маски отображен на рисунке 5. Как и ранее, исходное и маскированное изображения визуально не различимы. В соответствии с алгоритмом маскированное изображение и маска используются для расчета их взаимной корреляции и автокорреляции маски. По их отношению вычисляется максимальное значение, которое интерпретируется как максимум коэффициента корреляции. Оно сравнивается с порогом, обратным коэффициенту аттенюации маски, формируя признак наличия маски `is_mask`, равный 1.

Ситуация отсутствия маски отображена на рисунке 6. Как и следовало ожидать, исходное и маскированной изображения визуально неразличимы. Однако максимум коэффициента корреляции оказывается ниже установленного порога и признак `is_mask` устанавливается в 0. Таким образом, продемонстрирована работоспособность алгоритма автоматической авторизации.

Выводы.

1. Разработан метод скрытого маскирования цветного изображения произвольной монохромной маской, предназначенный для визуального контроля авторизации. Метод базируется на преобразовании соответствующей монохромной составляющей разложенного цветного изображения с использованием маски и последующем восстановлении цветного изображения.
2. Продемонстрировано, что исходное и маскированное изображения визуально не различимы. Вместе с тем, алгоритм демаскирования позволяет проявить скрытую маску на фоне изображения. Признаком отсутствия маски является трансформация преобразованной монохромной составляющей в шумоподобную при демаскировании.
3. Наряду с визуальной авторизацией изображения разработан алгоритм автоматической авторизации, базирующийся на согласованной фильтрации маски. Пороговая обработка результата фильтрации позволяет сформировать признак наличия маски, единичный в присутствии маски и нулевой в ее отсутствие.
4. Алгоритмы визуальной и автоматической авторизации были реализованы в графической среде Simulink. Проведенные численные эксперименты продемонстрировали работоспособность этих алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yesilyurt M., Yalman Y. ea. A new DCT based watermarking method using luminance component, *Elektronika ir elektrotechnika*, 2013, vol. 19, N4, p 47.
2. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара, М., Наука, 1989, 406 с.
3. Черных И.В. Simulink: среда создания инженерных приложений, М., Диалог – МИФИ, 2004, 496 с.
4. [Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники, М., Радио и связь, 1989, 656 с.
5. Пугачев В.С. Теория вероятности и математическая статистика, М., Физматлит, 2002, 496 с.

A.A. Moiseev

HIDDEN IMAGE MASKING

State Research Institute of Chimmotology

Developed algorithms of image hidden masking which allow performing visual and automatic image authorization. These algorithms are based:

- *on monochrome component transformation and subsequent image reconstruction;*
- *on matched filtration of imposed mask.*

Developed algorithms were implemented in graphics environment Simulink that allowed demonstrating their efficiency.

Keywords: image, authorization, masking, RGB – components, cosine – transformation, matched filtration, correlation, autocorrelation

REFERENCES

1. Yesilyurt M., Yalman Y. ea. A new DCT based watermarking method using luminance component, *Elektronika ir elektrotechnika*, 2013, vol. 19, N4, p 47.
2. Zalmanson L. Preorazovaniya Furie, Uolsha, Haara, M., (Fourier, Walsh, Haar transformations), publisher “Nauka”, 1989, 406 p.
3. [Chernych I, Simulink: sreda sozdaniya inghenernych prilogheniy (Simulink: environment for engineering applications synthesis), M., publisher “Dialog – MIFI”, 2004, 496 p.
4. Levin B. Teoreticheskiye osnovy radiotekhniki (Theoretical fundamentals of statistical radio engineering), M., publisher “Radio i svyaz”, 1989, 656 p.
5. Pugachev V. Teorita veoyatnosti i matematicheskaya statistika (Probability theory and mathematical statistics), M., publisher “Fizmatlit”, 2002, 496 p.