

Методы и средства выявления компьютерного монтажа в электронных образах документов

 А.Ф. Купин^{1,2},  А.С. Коваленко²

¹ Следственный комитет Российской Федерации, Москва 115054, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва 105005, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен ряд теоретических и прикладных моментов, связанных с криминалистическим исследованием электронных образов документов и решением в процессе такого исследования задачи выявления компьютерного монтажа.

На конкретных примерах продемонстрирована возможность выявления факта компьютерного монтажа с помощью методов цифровой обработки изображений: а) методов, основывающихся на корректировке и анализе отдельных участков тонального диапазона изображения (теней, средних тонов и светов), а также всего тонального диапазона; б) методов, основывающихся на анализе сохраняемой в файлах дополнительной служебной информации (метаданных); в) методов визуального осмотра; г) метода анализа младших бит; д) методов, основывающихся на некоторых принципах формата JPEG (анализе уровня ошибок, Error Level Analysis).

Обозначены принципы работы и ограничения применяемых для установления компьютерного монтажа методов, их использование для работы с файлами форматов PDF и JPEG.

Изучены возможности применения методов для выявления признаков монтажа после попытки их сокрытия путем добавления шумов и намеренного ухудшения качества с помощью многократного сжатия.

Описаны примеры использования ряда программных средств (специализированных программ, графических редакторов), позволяющих проводить исследование электронных образов документов в конкретных экспертных ситуациях.

Ключевые слова: компьютерный монтаж, электронный образ документа, анализ цифровых изображений, тональный диапазон изображения, метаданные, анализ уровня ошибок, программные средства

Для цитирования: Купин А.Ф., Коваленко А.С. Методы и средства выявления компьютерного монтажа в электронных образах документов // Теория и практика судебной экспертизы. 2025. Т. 20. № 3. С. 32–42. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-3-32-42>

Methods and Means of Identification of Computer Editing in Electronic Images of Documents

 Alexey F. Kupin^{1,2},  Anna S. Kovalenko²

¹ The Investigative Committee of the Russian Federation, Moscow 115054, Russia

² Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Moscow 105005, Russia

Abstract. The article considers a number of theoretical and applied issues related to solving the task of computer editing identification in the process of forensic examination of electronic images of documents. The possibility of computer editing identification by means of digital image processing is demonstrated in specific examples including: a) methods based on correction and analysis of particular sections of the image tonal range (shadows, midtones and lightings) as well as the entire tonal range; b) methods based on the analysis of additional inside information (metadata) stored in files; c) methods of visual examination; d) methods of least significant bits analysis; e) methods based on some of the principles of the JPEG format (Error Level Analysis).

The principles of operation and limitations of methods used to identify computer editing are given as well as the possibility of their application for working with PDF and JPEG files.

There is also shown the study of possible use of methods to identify the signs of editing after an attempt to conceal them by adding noise and deliberately degrading the quality through repeated compression.

The examples of specific software use (specialized programs, graphic editors) are described in relation to examination of electronic images of documents in particular expert situations.

Keywords: *computer editing, electronic image of a document, digital image analysis, image tonal range, metadata, error level analysis, software tools*

For citation: Kupin A.F., Kovalenko A.S. Methods and Means of Identification of Computer Editing in Electronic Images of Documents. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2025. Vol. 20. No. 3. P. 32–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-3-32-42>

Введение

С развитием информационных технологий началась активная цифровизация документооборота, способствующая массовому использованию электронных форматов документов, в частности – их электронных образов. При этом подобные документы, равно как и документы на бумажном носителе, могут быть подделаны. Ввиду специфики хранения, обработки и передачи электронных образов документов самым распространенным способом их подделки является компьютерный монтаж.

Ранее авторами были подробно рассмотрены теоретические аспекты задачи выявления компьютерного монтажа в электронных образах документов: проведен сравнительный анализ нормативно-правовых актов, регулирующих отдельные аспекты деятельности в части применения электронных образов документов, сформулировано определение компьютерного монтажа электронного образа документа, выделены и охарактеризованы факторы, влияющие на возможность выявления компьютерного монтажа электронных образов документов, изучены некоторые форматы файлов и цветовые модели, используемые для хранения, обработки и передачи таких документов [1].

В настоящей работе рассматриваются практические аспекты задачи выявления компьютерного монтажа в электронных образах документов на примерах применения различных методов и программных средств. К ним относятся как получившие широкое распространение на практике методы цифровой обработки изображений [2–5], так и иные методы, например, анализ метаданных, методы визуального осмотра и некоторые другие. Обозначенные методы и средства будут продемонстрированы на примерах выявления монтажа в электронных образах документов, представленных в наиболее распространенных форматах PDF

и JPEG, с учетом важных факторов, подробно описанных авторами ранее [1].

Анализ метаданных

Для начала следует уточнить, что в файле помимо основной пользовательской информации содержится дополнительная служебная информация – метаданные. Они могут включать в себя такие сведения, как временные метки (например, дата и время создания и последнего редактирования файла), названия программных средств, использовавшихся для создания или последнего редактирования документа, а также любые иные данные, которые способствуют установлению обстоятельств подготовки документа. При этом важно учитывать, что лицо, выполнявшее монтаж и владеющее соответствующими знаниями, может воспользоваться шестнадцатеричным редактором или иным программным средством для сокрытия метаданных или их подмены.

При выявлении компьютерного монтажа эксперту следует обратить особое внимание на наличие в метаданных информации о редактировании документа в различных графических редакторах (Adobe Photoshop, Corel Draw, Paint.net и др.), а также информации о применении средств конвертирования документа (например, различных онлайн сервисов, таких как ilovepdf.com, convertio.co и др.).

Однако важно понимать, что факт использования графических редакторов и средств конвертации сам по себе не является доказательством того, что при создании документа имел место компьютерный монтаж, и в большей степени представляет собой косвенный признак, предоставляющий эксперту дополнительную информацию для проведения дальнейших исследований.

Полученная из метаданных информация позволяет эксперту выдвинуть различные гипотезы о возможной последовательности

действий лица, выполнявшего монтаж. Например, для сокрытия следов монтажа может выполняться перевод файла из одного формата в другой или его многократное сжатие, для чего используются различные конверторы. Таким образом, наличие в метаданных сведений о применении подобных программ может подсказать эксперту, какой именно метод использовался для сокрытия следов монтажа и какие следы могли при этом сохраниться.

Для исследования внутренней структуры файлов любых форматов могут использоваться шестнадцатеричные редакторы (hex-редакторы), например, WinHex, HxD. На рисунке 1 представлены примеры использования указанного редактора для исследования метаданных, содержащих сведения о применении графических редакторов при работе с файлами форматов PDF и JPEG: фиолетовым выделены области, в которых хранятся сведения о применении графического редактора Adobe Photoshop.

Дополнительно для исследования метаданных файлов формата PDF может быть использовано программное средство PDF Stream Dumper, которое поддерживает такие функциональные возможности, как просмотр всех объектов PDF, детальной информации о потоках и т. д. На рисунке 2 представлен пример использования указанного ПО для обнаружения сведений (выделены красной рамкой) о применении онлайн-конвертора ilovepdf.com.

Для получения сведений о файлах графических форматов, в том числе JPEG, могут быть использованы такие программы, как Matlab, в частности – ее функция `imageinfo()`, входящая в модуль Image Processing Toolbox, и Amped FIVE (функция «Сведения о файле»). На рисунке 3 показан пример использования функции `imageinfo()` для получения метаданных файла формата JPEG. Красной рамкой выделены сведения, указывающие на применение графического редактора Adobe Photoshop.

Объект 2.jpg	Объект 1.pdf	
Offset	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	ANSI ASCII
00000918	27 29 2F 4D 65 64 69 61 42 6F 78 5B 30 2E 30 20 30 2E	)/MediaBox[0.0 0.
00000936	30 20 35 39 35 2E 36 31 20 38 34 31 2E 39 32 5D 2F 50	0 595.61 841.92]/P
00000954	61 72 65 6E 74 20 31 20 30 20 52 2F 50 69 65 63 65 49	arent 1 0 R/PieceI
00000972	6E 66 6F 3C 3C 2F 41 64 6F 62 65 50 68 6F 74 6F 73 68	nfo<</AdobePhotosh
00000990	6F 70 3C 3C 2F 4C 61 73 74 4D 6F 64 69 66 69 65 64 28	op<</LastModified(
00001008	44 3A 32 30 32 34 30 33 32 30 32 31 33 33 31 34 2B 30	D:20240320213314+0
00001026	33 27 30 30 27 29 2F 50 72 69 76 61 74 65 20 31 31 20	3'00')/Private 11

Объект 2.jpg	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	ANSI ASCII
Offset		
00000162	00 00 00 E8 00 00 01 20 00 08 00 08 00 08 00 2D C6 C0	è -EA
00000180	00 00 27 10 00 2D C6 C0 00 00 27 10 41 64 6F 62 65 20	' -EA ' Adobe
00000198	50 68 6F 74 6F 73 68 6F 70 20 43 53 36 20 28 57 69 6E	Photoshop CS6 (Win
00000216	64 6F 77 73 29 00 32 30 32 34 3A 30 33 3A 32 39 20 32	dows) 2024:03:29 2
00000234	32 3A 33 31 3A 33 31 00 00 00 00 04 90 00 00 07 00 00	2:31:31

Рис. 1. Фрагменты окон программы WinHex: файл формата PDF (вверху), JPEG (внизу)
Fig. 1. Fragments of WinHex program windows: PDF file (at the top), JPEG file (at the bottom)

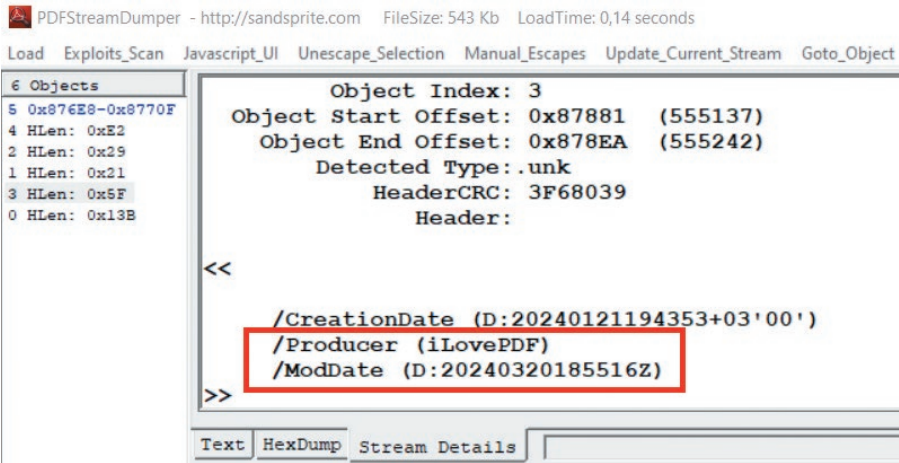


Рис. 2. Фрагмент окна программы PdfStreamDumper
Fig. 2. Fragment of PdfStreamDumper program window

Image Info (Объект 2.jpg)

Metadata (Объект 2.jpg)	
Attribute	Value
Filename	C:\Users\... \Desktop\... \Объект 2.jpg
FileModDate	29-Mar-2024 22:31:32
FileSize	1415268
Format	jpg
FormatVersion	"
Width	2409
Height	3437
BitDepth	24
ColorType	truecolor
FormatSignature	"
NumberOfSamples	3
CodingMethod	Huffman
CodingProcess	Sequential
Comment	{}
XMPData	[1×1 struct]
BitsPerSample	[8 8 8]
PhotometricInterpretation	RGB
Orientation	1
SamplesPerPixel	3
XResolution	300
YResolution	300
ResolutionUnit	Inch
Software	Adobe Photoshop CS6 (Windows)
DateTime	2024:03:29 22:31:31
DigitalCamera	[1×1 struct]
ExifThumbnail	[1×1 struct]

Рис. 3. Фрагмент окна программы Matlab
Fig. 3. Fragment of Matlab program window

При этом важно понимать, что для правильной интерпретации метаданных необходимо обладать знаниями о структуре формата исследуемого файла. Важная информация может быть обнаружена и при исследовании обстоятельств подготовки поддельного документа путем изучения устройства, на котором предположительно осуществлялась техническая подделка. Например, на цифровом устройстве могут сохраниться миниатюры изображений реквизитов, использовавшихся для монтажа, промежуточные версии документа и прочие следы [6–7].

Анализ тонального диапазона цифрового изображения

Раскрывая возможности изучения тонального диапазона при исследовании цифрового изображения, заметим, что каждому цвету в зависимости от используемой цветовой модели соответствует определенное числовое значение. Например, в наиболее распространенной цветовой модели RGB

для кодирования цвета используется три компоненты: R – красный, G – зеленый и B – синий. Соответственно, любой цвет в этой модели представлен тремя числами от 0 до 255, отражающими яркость каждой из составляющих. При этом небольшое различие значений цвета существенно для цифровых вычислительных машин (компьютеров), но неразлично для человеческого глаза. Так, например, цвета, закодированные значениями #778899 и #708090 (hex-формат), визуально трудно различимы, но тем не менее это разные цвета (LightSlateGrey и SlateGray соответственно).

Для судебного эксперта крайне важно понимать данные особенности, поскольку в результате выполнения компьютерного монтажа документа, а также применения способов его сокрытия и маскировки смонтированный фрагмент, как правило, становится темнее или светлее относительно первоначального текста документа, что сложно различить человеческому глазу без применения специального программного

обеспечения. В таком случае визуализировать различие в яркости смонтированных фрагментов и закрашенных участков относительно всего документа позволяет анализ изменения отдельных фрагментов документа в условиях проведения изменения тонального диапазона. Под тональным диапазоном понимается распределение пикселей в изображении, начиная от самых темных (черных) до самых светлых (белых) [8, с. 420].

Контролировать процесс преобразования изображения с использованием различного программного обеспечения помогает анализ гистограммы изображения [9, с. 125], содержащей информацию о количестве пикселей с определенным значением яркости (распределение пикселей в тенях, средних тонах и светлых участках). Изменение настроек цветового баланса и показателей яркости/контрастности, корректировка уровней интенсивности в тенях, средних тонах и светлых участках гистограммы изображения позволяют эксперту увидеть различие в яркости фрагментов изображения, свидетельствующих о факте компьютерного монтажа. Подобный анализ осуществляется путем подбора экспериментальным путем определенных настроек используемых функций и фильтров и позволяет эксперту привести исследуемое изображение к конфигурации, при которой наиболее различим контраст смонтированных и/или закрашенных участков относительно всего документа.

Одним из инструментов, обладающих необходимой для исследования функциональностью и позволяющих работать как с PDF, так и с JPEG-файлами, является графический редактор Adobe Photoshop. Для проведения цветовых преобразований и работы с тональным диапазоном эксперт может использовать следующие реализованные в этом программном средстве функции:

1. «Яркость/Контрастность». Позволяет выполнять простую корректировку тонального диапазона. При увеличении яркости значения тона увеличиваются и светлые участки расширяются, при уменьшении – значения тона уменьшаются, тени расширяются. Изменение контрастности расширяет или сжимает общий диапазон тональных значений¹.

¹ Применение настройки «Яркость/Контрастность» (официальная документация к Adobe Photoshop). <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/using/apply-brightness-contrast-adjustment.html>

2. «Уровни». Позволяет регулировать уровни интенсивности в тенях, средних тонах и светлых участках изображения. При корректировке входного значения для точки черного значение пикселя привязывается к уровню 0, для точки белого – к уровню 255. Оставшиеся уровни распределяются между 0 и 255². Подобное перераспределение позволяет увеличить тональный диапазон изображения, что приводит к повышению общего контраста изображения, а это, в свою очередь, позволяет выявить различие в яркости смонтированных фрагментов и текста исходного документа.

3. «Кривые». Используется для настройки точек во всем тональном диапазоне. Для изображений в цветовой модели RGB в верхнем правом углу графика представлены цвета, в нижнем левом – тени. Для изображений в CMYK на графике отображаются проценты краски/пигмента, в цветовой модели LAB и в градациях серого – значения освещенности³. Корректировка кривой может осуществляться с помощью перемещения направляющих точек или с помощью инструмента рисования кривых.

4. «Цветовой баланс». Позволяет увеличивать и/или уменьшать объем тех или иных цветов. Корректировка цветового баланса может применяться в качестве вспомогательного инструмента после использования вышеописанных функций. Возможно использование и других функций в зависимости от исходных обстоятельств и конкретной экспертной ситуации.

На рисунке 4 представлены примеры выявления смонтированного фрагмента в результате коррекции тонального диапазона в программе Adobe Photoshop в файлах формата JPEG (слева) и PDF (справа) соответственно. Стрелками показаны следы закрашивания постороннего фона или штрихов в местах, где проводился компьютерный монтаж. На данных примерах показана ситуация, когда не была предпринята попытка сокрытия следов: вокруг смонтированного фрагмента различимы следы удаления первоначального текста документа.

² Корректировка «Уровни» (официальная документация к Adobe Photoshop). <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/using/levels-adjustment.html>

³ Корректировка «Кривые» (официальная документация к Adobe Photoshop). <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/using/curves-adjustment.html>

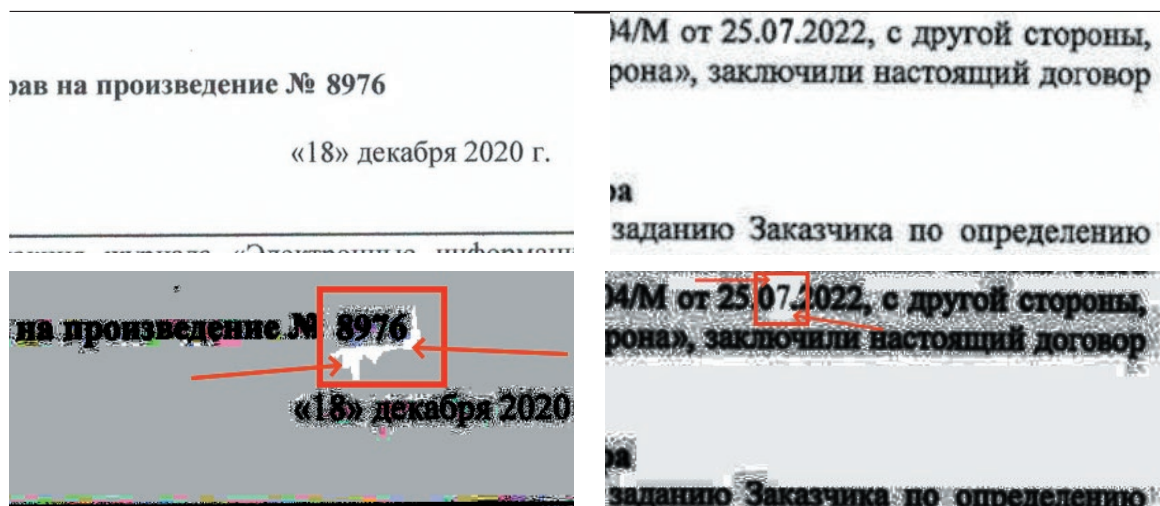


Рис. 4. Фрагменты исследуемых документов (вверху), выявленные признаки монтажа (внизу)
Fig. 4. Fragments of examined documents (at the top), identified editing signs (at the bottom)

На рисунках 5 и 6 показаны примеры выявления монтажа с помощью рассматриваемого метода в файлах форматов PDF и JPEG в ситуации, когда была предпринята попытка сокрытия следов монтажа путем добавления шумов и сжатия файла. Яркость текста смонтированного фрагмента (выделен красной рамкой)

отличается от текста исходного документа (выделен синей рамкой), таким образом в результате исследования было визуализировано различие в яркости смонтированного фрагмента и остального текста документа с аналогичным форматированием (не выделенного цветом, особым шрифтом и др.).

2. Цена Договора и порядок расчетов

2.1. Общая стоимость работ по настоящему Договору (цена Договора) составляет: 1 448 000 (Один миллион четыреста сорок восемь тысяч) рублей 00 копеек, НДС не облагается в соответствии с применением Подрядчиком упрощенной системы налогообложения.

Заказчик не несет ответственности за правомерность освобождения Подрядчика от уплаты НДС. В случае, если в период действия настоящего Договора, Подрядчик станет плательщиком НДС, стоимость Работ по Договору, согласованная в п. 2.1 Договора, признается Сторонами окончательной, в т.ч. включающей в себя НДС по ставке, предусмотренной требованиями налогового законодательства РФ.

2.2. Оплата по Договору производится в следующем порядке:

2.2.1. Оплата производится в безналичном порядке путем перечисления Заказчиком денежных средств на указанный в Договоре счет Подрядчика.

2.2.2. Оплата производится в рублях Российской Федерации.

2. Цена Договора и порядок расчетов

2.1. Общая стоимость работ по настоящему Договору (цена Договора) составляет: 1 448 000 (Один миллион четыреста сорок восемь тысяч) рублей 00 копеек, НДС не облагается в соответствии с применением Подрядчиком упрощенной системы налогообложения

Заказчик не несет ответственности за правомерность освобождения Подрядчика от уплаты НДС. В случае, если в период действия настоящего Договора, Подрядчик станет плательщиком НДС, стоимость Работ по Договору, согласованная в п. 2.1 Договора, признается Сторонами окончательной, в т.ч. включающей в себя НДС по ставке, предусмотренной требованиями налогового законодательства РФ.

2.2. Оплата по Договору производится в следующем порядке:

2.2.1. Оплата производится в безналичном порядке путем перечисления Заказчиком денежных средств на указанный в Договоре счет Подрядчика.

2.2.2. Оплата производится в рублях Российской Федерации.

Рис. 5. Фрагмент исследуемого документа в формате PDF (вверху), выявленные признаки монтажа (внизу)

Fig. 5. A fragment of the examined PDF document (at the top), identified editing signs (at the bottom)

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

1.1. Лицензиар предоставляет Лицензиату право использовать изобразительный товарный знак, охраняемый на основании свидетельства №568977 и зарегистрированный в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания 26 мая 2019 г., и сроком действия регистрации до 12 ноября 2027 года.

1.2. Лицензиар предоставляет Лицензиату право применять изобразительный товарный знак на территории Российской Федерации.

1.3. Права, указанные в п.п. 1.2. и 1.3. договора, предоставлены Лицензиату на условиях простой (неисключительной) лицензии. Лицензиар сохраняет право самому использовать и предоставлять права использования товарного знака третьим лицам на любой территории.

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

1.1. Лицензиар предоставляет Лицензиату право использовать изобразительный товарный знак, охраняемый на основании свидетельства №568977 и зарегистрированный в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания 26 мая 2019 г., и сроком действия регистрации до 12 ноября 2027 года.

1.2. Лицензиар предоставляет Лицензиату право применять изобразительный товарный знак на территории Российской Федерации.

1.3. Права, указанные в п.п. 1.2. и 1.3. договора, предоставлены Лицензиату на условиях простой (неисключительной) лицензии. Лицензиар сохраняет право самому использовать и предоставлять права использования товарного знака третьим лицам на любой территории.

Рис. 6. Фрагмент исследуемого документа в формате JPEG (вверху), выявленные признаки монтажа (внизу)

Fig. 6. A fragment of the examined JPEG document (at the top), identified editing signs (at the bottom)

Другим программным средством, предоставляющим ряд возможностей для проведения исследований по выявлению компьютерного монтажа документов, является модуль Image Processing Toolbox, входящий в программный пакет Matlab. Важно отметить, что этот модуль неприменим для исследования PDF-файлов и работает только с графическими форматами.

Модуль Image Processing Toolbox содержит большое количество функций, позволяющих решать задачи, связанные с цифровой обработкой изображений [10–11]. Применительно к рассматриваемой задаче судебной экспертизы можно перечислить следующие актуальные для проведения исследования функции:

1) `imhist()` – построение гистограммы изображения;

2) `imshowpair()` – сравнение пары изображений путем наложения;

3) `imcontrast()` – настройка контрастности изображения;

4) `brighten()` – управление яркостью палитры;

5) `stretchlim()` – поиск границ повышения контраста изображения;

6) `imnoise()` – добавление шумов на изображение.

Методы визуального осмотра

В результате компьютерного монтажа электронных образов документов могут проявляться некоторые признаки, аналогичные признакам монтажа, выявляемым с помощью методов визуального осмотра при исследовании документов на бумажных носителях. Например, в результате визуального осмотра в электронных образах документов могут быть выявлены такие признаки монтажа, как:

1. Наличие фона вокруг отдельных фрагментов [12, с. 357; 13];

2. Перекрывание одного фрагмента другим (может образоваться при компоновке образа документа, в ходе которой не используется прозрачность фона совмещаемых фрагментов, в результате чего непрозрачный фон одного фрагмента перекрывает штрихи другого) [12, с. 357; 13];

3. Непараллельность строк (может проявляться при компоновке нескольких фрагментов, содержащих тексты, бланковые строки и т. п.) [12, с. 357; 13];

4. Наличие посторонних штрихов фрагментов, не входящих в содержание исследуемого документа, то есть штрихов первоначальных документов [12, с. 357; 13].

Кроме того, говоря об электронных образах, следует упомянуть признаки неоднократного сжатия файла и/или добавления шумов. Сжатие файла используется для уменьшения его размера, что может быть необходимо для загрузки файлов в какие-либо системы, в которых предусмотрено ограничение на размер загружаемых файлов. Однако при сжатии не только уменьшается размер файла, но и ухудшается его качество, что в свою очередь затрудняет исследование такого файла. Таким образом, многократное сжатие может позволить скрыть некоторые следы монтажа.

Еще одним способом сокрытия следов монтажа является намеренное добавление шума, который представляет собой помехи, проявляющиеся в виде маски из пикселей случайного цвета и яркости.

О многократном сжатии и добавлении шумов могут свидетельствовать такие признаки, как размытость изображения документа и ухудшение его качества.

Анализ младших бит

Описывая возможности применения этого метода, необходимо упомянуть, что яркость каждого пикселя полутонового монохромного 256-градационного изображения задается восемью битами, и изображение может быть представлено как композиция восьми однобитных плоскостей [2, с. 158]. При этом основная часть визуально значимых данных, позволяющих получить изображение, максимально приближенное по степени подробности к исходному, содержится в первых четырех битовых плоскостях старшего порядка. В то же время младшие битовые плоскости вносят в детали изображения более тонкие яркостные различия [2, с. 158]. Таким образом, анализируя битовые плоскости младшего порядка, эксперт может визуализировать признаки, образующиеся в результате внесения изменений в исходное изображение. Данный порядок применим и в случае 24-битного растрового изображения в системе RGB – в данном случае 8-битным числом кодируется яркость каждой составляющей (пикселя) изобра-

жения, и при проведении исследования эксперт анализирует каждую из них.

Анализ младших бит может выступать в качестве дополнительного метода, используемого в совокупности с цветовыми преобразованиями и корректировкой тонального диапазона, и применяться, например, для выявления участков документа, в которых производилось закрашивание фона или первоначальных штрихов. Исследование плоскостей младшего порядка может быть реализовано с помощью специализированного ПО, например, АВІЗО (AVIZO) или Amped Authenticate.

Анализ уровня ошибок (ELA, Error Level Analysis)

Метод анализа уровня ошибок [14] обусловлен особенностями формата JPEG и применим только для исследования электронных образов документов, для хранения, обработки и передачи которых используется этот формат. В основу метода заложено знание о том, что при каждом новом сохранении JPEG-файла происходит последовательное применение технологий, составляющих алгоритм сжатия JPEG [15–16]. Применение указанного алгоритма, в свою очередь, приводит к появлению признаков сжатия, являющихся следствием математических усреднений, конвертирования цветов и прочих реализуемых алгоритмом операций. Важная для эксперта особенность этого алгоритма заключается в том, что для каждого изображения уровень признаков сжатия различен. Таким образом, уровень сжатия смонтированных фрагментов отличается от уровня сжатия исходного изображения документа, в который производится монтаж. Это различие может быть выявлено с помощью специализированных программных средств, в состав которых входят инструменты анализа признаков сжатия. Одним из примеров таких средств является набор инструментов для анализа цифровых изображений Forensically.

Входящий в состав этого ПО инструмент «Error Level Analysis» имеет несколько параметров, основные из них – «JPEG Quality» и «Error Scale». Первый параметр задает процент сжатия исходного изображения, в которое производился монтаж. Увеличение значения параметра «Error Scale» позволяет выявить различия между исходным и повторно сжатым изображением.

г. Тверь

«18» декабря 2020 г.

Иванову Ивану Ивановичу

именуемый в дальнейшем «Автор», с одной стороны, и Редакция журнала «Электронные информационные системы», именуемая в дальнейшем «Общество», в лице Главного редактора Тикменова Василия Николаевича, с другой стороны, вместе именуемые «Стороны», заключили настоящий Договор о нижеследующем:



Рис. 7. Фрагмент исследуемого документа в формате JPEG (вверху), результат проведения исследования по выявлению признаков монтажа (внизу)
Fig. 7. A fragment of the examined JPEG document (at the top), the result of examination for identification of computer editing signs (at the bottom)

В результате применения данного метода фрагмент изображения, подвергшийся монтажу, будет иметь цвет, отличный от цвета остальных фрагментов документа. На рисунке 7 показан пример выявления смонтированного фрагмента методом анализа признаков сжатия в программе Forensically. Красной рамкой отмечены области, отличающиеся по уровню сжатия от исходного изображения.

При этом важно отметить, что метод имеет свои ограничения. Метод анализа уровня ошибок эффективно применяют при исследовании однородных цветовых областей, однако при наличии резких контрастных переходов он может давать ложноположительные результаты. Например, такой метод позволяет выявить монтаж в изображении документа, содержащего однородный текст, выполненный на однотонном фоне. Однако при наличии в изображении документа реквизитов, цвет которых существенно отличается от основного цвета остальных, они будут отмечены как смонтированные независимо от того, имел ли место компьютерный монтаж.

Заключение

Выявление компьютерного монтажа в электронных образах документов – это задача, успешное решение которой требует от эксперта владения широким кругом методов и технических средств, основанных на применении информационно-компьютерных технологий. Успешное освоение этих технологий в первую очередь необходимо для понимания принципов образования цифрового изображения, особен-

ностей следовой картины, оставляемой в ходе работы с изображением, в том числе в процессе его обнаружения и изъятия на компьютерный носитель перед направлением на экспертизу.

В процессе исследования эксперту следует использовать совокупность методов цифровой обработки изображений, имеющих высокую эффективность, в частности методы анализа тонального диапазона, методы анализа метаданных, метод анализа младших бит, методы, характерные для конкретных форматов файлов, и т. д. Возможности практического применения некоторых из них были продемонстрированы нами на конкретных примерах исследования монтированных изображений документов, исполненных разными способами. Осуществляя выбор средств при проведении исследований для установления факта монтажа в документах, нужно понимать, что для получения точных результатов может потребоваться применение различных программ и специализированных инструментов, например, графических и шестнадцатеричных редакторов, специализированных пакетов программ (в том числе Image Processing Toolbox в Matlab) и т. д.

Таким образом, можно констатировать, что эффективность установления компьютерного монтажа электронных образов документов зависит от уровня профессиональной подготовки эксперта, его навыков работы с различными программными продуктами (программным обеспечением) и иными техническими средствами, а также некоторых других факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купин А.Ф., Коваленко А.С. Выявление компьютерного монтажа в электронных образах документов как задача судебной экспертизы // Теория и практика судебной экспертизы. 2025. Т. 20. № 1. С. 66–73. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-1-66-73>
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е изд., испр. и доп. М.: Техносфера, 2012. 1104 с.
3. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. 584 с.
4. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Ососков М.В., Моржина А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: курс лекций и практических занятий. М.: Физматкнига, 2010. 672 с.
5. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. М.: ДМК Пресс, 2007. 464 с.
6. Коваленко А.С. Исследование обстоятельств компьютерного монтажа документов методами судебной компьютерно-технической экспертизы // Вестник Института права Башкирского государственного университета. 2023. Т. 6. № 4. С. 68–77. <https://doi.org/10.33184/vest-law-bsu-2023.20.9>
7. Shaaban A., Saponov K. *Practical Windows Forensics*. Packt Publishing, 2016. 322 p.
8. Ивнинг М. Adobe Photoshop для фотографов. Руководство по профессиональной обработке изображений в программе Photoshop для macOS и Windows / Пер. с англ. М.А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2021. 880 с.
9. Четверкин П.А. Методы цифровой обработки слабовидимых изображений при технико-криминалистическом исследовании документов / Под ред. А.А. Ищенко. М.: Юрлитинформ, 2009. 200 с.
10. Дьяконов В.П. Matlab 8.0 (R2012b): обработка изображений в пакете Image Processing Toolbox // Компоненты и Технологии. 2013. № 12 (149). С. 137–146.
11. Gonzalez R.C., Woods R.E., Eddins S.L. *Digital Image Processing Using MATLAB*. 3rd ed. Gatesmark Publishing, 2020. 616 p.
12. Купин А.Ф., Коваленко А.С., Сорокина Е.К. Установление факта компьютерного монтажа документа методами судебной экспертизы // Дискуссионные вопросы теории и практики судебной экспертизы: Материалы IV Международной научно-практической конференции (Москва, 25–26 марта 2021 г.). М.: РГУП, 2021. С. 354–360.
13. Плинатус А.А. Современные возможности технико-криминалистического исследования копий документов, изготовленных посредством монтажа // Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции по криминалистике и судебной экспертизе.

REFERENCES

1. Kupin A.F., Kovalenko A.S. Identification of Computer Editing in Electronic Images of Documents as a Task of Forensic Examination. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2025. Vol. 20. No. 1. P. 66–73. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-1-66-73>
2. Gonzalez R.C., Woods R.E. *Digital Image Processing*. 3rd ed. Moscow: Tekhnosfera, 2012. 1104 p. (In Russ.).
3. Jähne B. *Digital Image Processing*. Moscow: Tekhnosfera, 2007. 584 p. (In Russ.).
4. Vizil'ter Yu.V., Zheltov S.Yu., Bondarenko A.V., Ososkov M.V., Morzhina A.V. *Machine Vision Issues in Image Processing and Analysis: Lectures and Practical Training Course*. Moscow: Fizmatkniga, 2010. 672 p. (In Russ.).
5. Vizil'ter Yu.V., Zheltov S.Yu., Knyaz' V.A., Khodarev A.N., Morzhin A.V. *Processing and Analysis of Digital Images Given with Examples of using LabVIEW IMAQ Vision*. Moscow: DMK Press, 2007. 464 p. (In Russ.).
6. Kovalenko A.S. Investigation of the Circumstances of Computer Modified of the Documents by Methods of the Digital Forensics. *Bulletin of the Institute of Law of the Bashkir State University*. 2023. Vol. 6. No. 4. P. 68–77. (In Russ.). <https://doi.org/10.33184/vest-law-bsu-2023.20.9>
7. Shaaban A., Saponov K. *Practical Windows Forensics*. Packt Publishing, 2016. 322 p.
8. Evening M. *Adobe Photoshop for Photographers. Guide to Photoshop Professional Image Processing for macOS and Windows* / Translated by M.A. Reitman. Moscow: DMK Press, 2021. 880 p. (In Russ.).
9. Chetverkin P.A. *Methods of Digital Processing of Visually Impaired Images in Forensic Technical Examination of Documents* / A.A. Ishchenko (ed.). Moscow: Yurлитinform, 2009. 200 p. (In Russ.).
10. Dyakonov V.P. Matlab 8.0 (R2012b): Image Processing with Image Processing Toolbox Package. *Components and Technologies*. 2013. No. 12 (149). P. 137–146. (In Russ.).
11. Gonzalez R.C., Woods R.E., Eddins S.L. *Digital Image Processing Using MATLAB*. 3rd edition. Gatesmark Publishing, 2020. 616 p.
12. Kupin A.F., Kovalenko A.S., Sorokina E.K. Fact-Finding of Document Computer Editing by Means of Forensic Methods. *Discussion Issues of Theory and Practice of Forensic Examination: Materials of the IV International Science and Research Conference (Moscow, March 25–26, 2021)*. Moscow: RGUP, 2021. P. 354–360. (In Russ.).
13. Plinatus A.A. Modern Capabilities of Forensic Technical Examination of Document Copies Made by means of Editing. *Forensic Tools and Methods in the Detection and Investigation of Crimes: Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference on Criminalistics and Forensic Examination*. In 2 Vol. (Moscow,

- В 2 т. (Москва, 15–17 марта 2006 г.). М.: ЭКЦ МВД России, 2006. Т. 2. С. 139–146.
14. Rakovi D.N. Error Level Analysis (ELA) // *Tehnika*. 2023. Vol. 78. No. 4. P. 445–451. <https://doi.org/10.5937/tehnika2304445R>
15. Sebestyen I. JPEG: Still Image Data Compression Standard // *Computer Standards & Interfaces*. 1993. Vol. 15. No. 4. P. 365–366. [https://doi.org/10.1016/0920-5489\(93\)90038-s](https://doi.org/10.1016/0920-5489(93)90038-s)
16. Hudson G., L ger A., Niss B., Sebesty n I. JPEG at 25: Still Going Strong // *IEEE MultiMedia*. 2017. Vol. 24. No. 2. P. 96–103. <https://doi.org/10.1109/mmul.2017.38>
- March 15–17, 2006*). Moscow: EKTs MVD Rossii, 2006. Vol. 2. P. 139–146. (In Russ.).
14. Rakovi D.N. Error Level Analysis (ELA). *Tehnika*. 2023. Vol. 78. No. 4. P. 445–451. <https://doi.org/10.5937/tehnika2304445R>
15. Sebestyen I. JPEG: Still Image Data Compression Standard. *Computer Standards & Interfaces*. 1993. Vol. 15. No. 4. P. 365–366. [https://doi.org/10.1016/0920-5489\(93\)90038-s](https://doi.org/10.1016/0920-5489(93)90038-s)
16. Hudson G., L ger A., Niss B., Sebesty n I. JPEG at 25: Still Going Strong. *IEEE MultiMedia*. 2017. Vol. 24. No. 2. P. 96–103. <https://doi.org/10.1109/mmul.2017.38>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Купин Алексей Фёдорович – к. юр. н., старший инспектор управления научно-исследовательской деятельности (научно-исследовательского института криминалистики) Главного управления криминалистики (Криминалистического центра) Следственного комитета Российской Федерации; доцент кафедры «Безопасность в цифровом мире» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана; e-mail: alexcrim@rambler.ru

Коваленко Анна Сергеевна – ассистент кафедры «Безопасность в цифровом мире» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана; e-mail: annekovalenko@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS

Kupin Alexey Fedorovich – Candidate of Law, Senior Inspector of Scientific Research Directorate (Scientific Research Institute of Criminalistics) of General Criminalistic Directorate (Criminalistic Center) of the Investigative Committee of the Russian Federation; Associate Professor of “Security in the Digital World” Department, Bauman Moscow State Technical University; e-mail: alexcrim@rambler.ru

Kovalenko Anna Sergeevna – Assistant Professor of “Security in the Digital World” Department, Bauman Moscow State Technical University; e-mail: annekovalenko@mail.ru

Статья поступила: 18.04.2025
После доработки: 20.05.2025
Принята к печати: 10.06.2025

Received: April 18, 2025
Revised: May 20, 2025
Accepted: June 10, 2025