

КОРНЫШЕВ Николай Петрович, кандидат технических наук, доцент

**ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ
ТЕХНИКО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ДОКУМЕНТОВ**

В технико-криминалистической экспертизе документов [1] используется достаточно широкий комплекс методов, в том числе люминесцентный анализ. При освещении документов в различных спектральных диапазонах исследуют люминесценцию красителей и других химических веществ, а также бумажной основы документа.

Основной задачей обработки получаемых телевизионных изображений в рассматриваемом практическом приложении являются повышение контраста люминесцирующих объектов и снижение уровня шумов.

В данной статье рассматривается и оценивается оптимальный вариант сочетания методов внутрикадровой и межкадровой обработки видеосигнала с учетом специфики изображений люминесцирующих объектов.

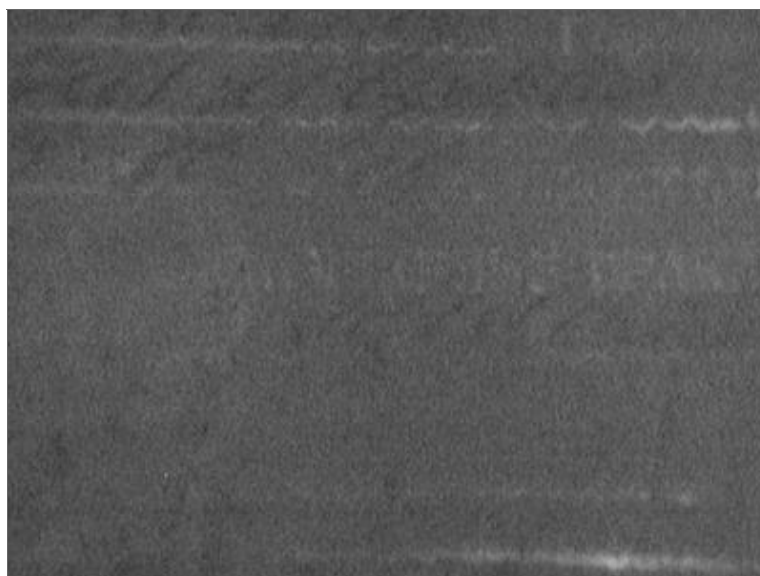
В целом получаемые при люминесцентном анализе изображения следует выделить в особый класс, обладающий рядом характерных особенностей:

- отчетливо выраженная бимодальность гистограммы распределения яркости элементов изображения, причем первая и наиболее мощная мода соответствует темному фону, а вторая, менее мощная мода, – светлым объектам, расположенным на этом фоне;
- значительный динамический диапазон изменения полезного сигнала (от уровня шумов до максимального значения динамического диапазона фотоприемника);
- статический (постоянный во времени) характер сюжета.

Рассмотренные особенности позволяют применить классический способ предварительной аналоговой внутрикадровой обработки сигнала изображения, заключающийся в привязке уровня фона к уровню черного в видеосигнале и последующем усилении сигнала до максимального значения динамического диапазона в целях повышения контраста люминесцирующих объектов по отношению к фону.

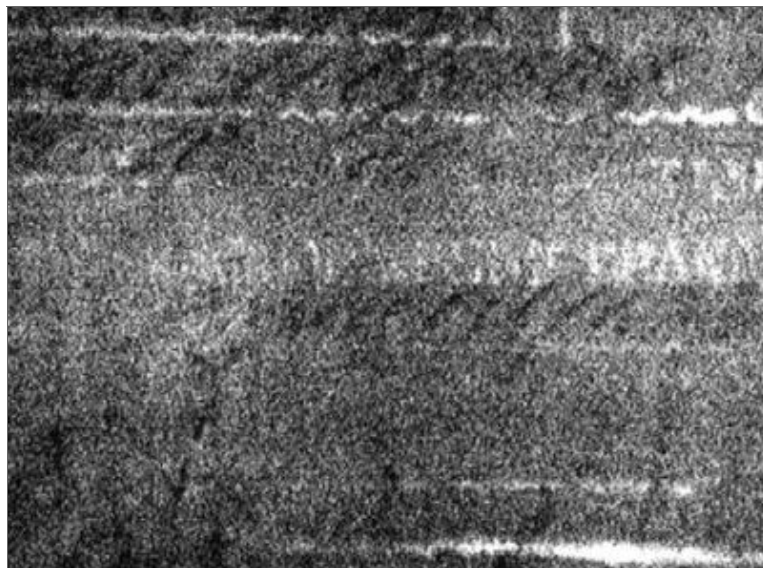
Классическим и наиболее эффективным методом подавления шумов для статических изображений является межкадровая обработка (цифровое шумоподавление или накопление), заключающаяся в суммировании последовательности кадров изображения и вычислении их среднего арифметического. В результате шумы подавляются в O_p раз, где n – число кадров накопления [2].

Эффективность процедуры, заключающейся в последовательном использовании аналоговой внутрикадровой и цифровой межкадровой обработки, иллюстрируется на фото 1.

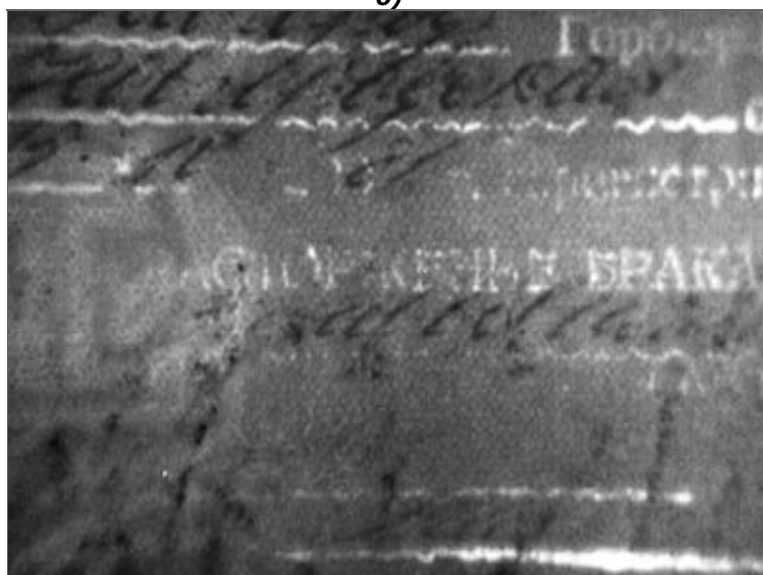


a)





б)



в)

**Фото 1. Изображение инфракрасной люминесценции штемпельной краски в паспорте:
исходное (а);
после коррекции (б);
цифрового накопления (в)**

Рассмотрим выигрыш, получаемый в результате обработки сигнала изображения люминесцирующего объекта, заключающейся в последовательной аналоговой яркостной коррекции (привязка уровня фона к уровню черного и усиление) и цифровом шумоподавлении (накоплении), по сравнению с накоплением и последующей цифровой яркостной коррекцией.

Пусть динамический диапазон изменения сигнала составляет от 0 до $U_{\text{макс}}$, уровень фона соответствует $U_{\text{ф}}$, размах полезного сигнала от люминесцирующего объекта составляет $U_{\text{с}}$, а уровень шума $U_{\text{ш}}$. Тогда максимальный коэффициент усиления сигнала при предварительной аналоговой обработке составит $K = U_{\text{макс}} / (U_{\text{макс}} - U_{\text{ф}}) = U_{\text{макс}} / U_{\text{с}}$

DU – шаг квантования сигнала по амплитуде при последующей цифровой обработке. Тогда количество получаемых градаций яркости в результате всей процедуры обработки изображения составит:

$N = U_{\text{с}} / DU$ (при отсутствии предварительной аналоговой обработки) и $N_0 = U_{\text{макс}} / DU$ (при наличии предварительной аналоговой обработки).

Таким образом, выигрыш в числе градаций яркости, получаемых в результате всей процедуры, составит $K = N_0 / N$ раз.

Одновременно, при предварительной аналоговой обработке в K раз увеличится величина шумов. Однако, при накоплении шум уменьшается в \sqrt{N} раз. Таким

величина шумов. Однако, при накоплении шум уменьшается в $\bar{O}n$ раз. Таким образом, уровень шума для случая без предварительной аналоговой обработки составит $U'_{\text{ш}} = U_{\text{ш}}/\bar{O}n$, а для случая с предварительной аналоговой обработкой – $U''_{\text{ш}} = KU_{\text{ш}}/\bar{O}n$.

Следовательно увеличение числа передаваемых градаций яркости в K раз при рассматриваемой процедуре обработки одновременно связано с ростом шума в такое же число раз. Чтобы компенсировать эту потерю необходимо увеличить число накапливаемых кадров n при цифровом шумоподавлении в K^2 раз. Для статических изображений люминесцирующих объектов увеличение времени накопления не является критичной величиной.

В качестве компромисса между временем накопления и числом получаемых в результате обработки градаций яркости может служить вариант обработки, включающий в себя последовательную аналоговую яркостную коррекцию, цифровое шумоподавление и цифровую яркостную коррекцию. Такая последовательность действий является аналогом применяющегося в фотографии метода двойного контрастирования. Например, для уменьшения времени накопления в 2 раза и для сохранения постоянного уровня шумов необходимо уменьшить усиление при аналоговой обработке в $\bar{O}2$ раз, что будет соответствовать такому же уменьшению числа градаций яркости, получаемых при последующей цифровой яркостной коррекции.

Выводы

1. С учетом специфики изображений люминесцирующих объектов целесообразно сочетание аналоговой внутрикадровой и цифровой межкадровой обработки, а именно: коррекции видеосигнала и цифрового усреднения последовательности кадров.
2. Сочетание аналоговой внутрикадровой и цифровой межкадровой обработки уменьшает потери градационной информации по сравнению с применением исключительно цифровых методов.

Литература

1. Павлов И.В., Потапов А.И. Методы и средства контроля подлинности документов, ценных бумаг и денежных знаков. Методический комплекс. РИО СЗТУ, СПб, 2005, с. 349.
2. [Способы защиты документов](#)
3. Цифровое телевидение. Под ред. М.И. Кривошеева. М.: Связь, 1980.