

Сравнительный анализ аналоговых и цифровых технологий для выработки и применения технологических решений, обеспечивающих восстановление угасающих текстов архивных документов. Аналитический обзор

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АРХИВНОЕ АГЕНТСТВО

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ДОКУМЕНТОВЕДЕНИЯ И АРХИВНОГО ДЕЛА (ВНИИДАД)

Сравнительный анализ аналоговых и цифровых технологий для выработки и применения технологических решений, обеспечивающих восстановление угасающих текстов архивных документов

Аналитический обзор

Москва, 2012

Сравнительный анализ аналоговых и цифровых технологий для выработки и применения технологических решений, обеспечивающих восстановление угасающих текстов архивных документов. Аналитический обзор / Исполнители: Харитонов А.Г., ведущий научный сотрудник ВНИИДАД, к.т.н., Ткаченко Н.А., зав. отделом ЭТОАД ВНИИДАД. Москва, 2012. – 51 стр., 27 рис., 8 таблиц, 50 ссылок.

Проведен сравнительный анализ аналоговых и цифровых технологий в репродукционном процессе при восстановлении угасающих текстов и изображений архивных документов.

Сопоставлены сенситометрические показатели по светочувствительности, спектральной светочувствительности, фотографической широте, коэффициенту контрастности, разрешающей способности, воспроизведения тона и цвета и структуры аналоговых приемников в оптическом диапазоне излучения на основе галогенидосеребряных светочувствительных слоев и цифровых приемников на основе приборов с зарядовой связью.

Показано, что цифровые технологии дают положительные результаты при работе в видимом диапазоне спектра, поскольку их спектральная светочувствительность соответствует излучению в интервале длин волн 400–800 нм. Особенно цифровые технологии эффективны при корректировании изображений, по трудоемкости и комфортности в работе. Возможности аналоговых технологий позволяют работать в ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра, а также возбуждать и регистрировать люминесцентное свечение невидимых и малоконтрастных текстов, исполненных чернилами на основе фиолетовых, синих, красных др. красителей.

Рассмотрены технологические схемы, обеспечивающие решение задач восстановления угасающих текстов и изображений документов различных идентификационных групп, их отличия и особенности.

Рекомендованы структуры аналоговых и цифровых лабораторий воспроизведения угасающих документов.

Работникам архивов, библиотек и музеев при работе с угасающими архивными документами при организации лабораторий, обеспечивающих их сохранность и восстановление текстовой и графической информации.

Ключевые слова: архивные документы, аналоговые технологии, цифровые технологии, сенситометрические показатели, структурометрия, светочувствительность, коэффициент контрастности, разрешающая способность, глубина цвета, динамический диапазон, фотографическая широта.

© Федеральное архивное агентство, 2012

© Авторы, 2012



[Скачать Аналитический обзор «Сравнительный анализ аналоговых и цифровых технологий для выработки и применения технологических решений, обеспечивающих восстановление угасающих текстов архивных документов» в виде файла в формате pdf \(2,44Мб\) \[1\]](#)

Содержание

[Список обозначений](#)

[Введение](#)

[1. Тест-объекты контроля репродукционного процесса и оценки качества воспроизведения текстовой и графической информации](#)

[1.1. Тест-объекты контроля тона и цветовоспроизведения](#)

[1.1.1. Серые градационные шкалы](#)

[1.1.2. Цветные шкалы](#)

[1.2. Тест-объекты контроля разрешающей способности. Резольвометрические миры](#)

[1.3. Тест-объекты контроля эффективности восстановления информации угасающих документов](#)

[1.3.1. Контроль репродукционной съемки документов в УФ- и ИК-диапазонах спектра](#)

[1.3.2. Тест-объекты контроля возбуждения и регистрации люминесцентного свечения](#)

[2. Основные сенситометрические, структурные и технологические свойства аналоговых и цифровых технологий, обеспечивающих восстановление текстовой и графической информации и их сравнение](#)

[2.1. Светочувствительность](#)

[2.2. Спектральная светочувствительность](#)

[2.3. Разрешающая способность](#)

[2.4. Способность воспроизведения тоновых изображений](#)

[2.5. Фотографическая широта, динамический диапазон, контрастная чувствительность](#)

[2.6. Способность воспроизведения цветных угасающих документов](#)

[2.7. Корректирование архивных документов по тону, цвету, резкости и компенсированию дефектов](#)

[3. Сравнение показателей основных свойств аналоговых и цифровых технологий](#)

[4. Технологические схемы решения задач восстановления угасающих текстов, изображений документов](#)

[4.1. Классификация архивных документов по оптико-фотографическим, репродукционным и технологическим свойствам](#)

[4.2. Технологии восстановления угасающих текстов и изображений по их идентификационным признакам](#)

[4.2.1. Общая схема восстановления ахроматических, черно-белых текстов документов – основного массива фондов](#)

[4.2.2. Отличия и особенности восстановления других групп документов](#)

[4.2.3. Восстановление угасающих текстов и изображений аналоговыми технологиями в УФ- и ИК-диапазонах спектра](#)

[5. Лаборатории восстановления угасающих текстов и изображений архивных документов](#)

[5.1. Цифровая лаборатория](#)

[5.2. Лаборатория на основе галогенидосеребряной фотографии](#)

[Заключение](#)

[Список литературы](#)

Список обозначений

D – оптическая плотность – это отрицательный логарифм коэффициента пропускания или отражения света

ΔD – интервал оптических плотностей

const – константа ступенчатой серой или моно цветной шкалы

F – фактор ступенчатой серой или моно цветной шкалы

Dк – оптическая плотность копии документа

D_{ор} – оптическая плотность оригинала документа

B – синий канал цветовой модели RGB

G – зеленый канал цветовой модели RGB

R – красный канал цветовой модели RGB

C – голубой канал цветовой модели CMYK

M – пурпурный канал цветовой модели CMYK

Y – желтый канал цветовой модели CMYK

K – черно-белый канал цветовой модели CMYK

PC – разрешающая способность в аналоговых технологиях – это способность воспроизводить отдельно число линий на 1 мм длины, а в цифровых количество пикселей (микро фотоприемников) на 1 дюйм

УФ – ультрафиолетовое излучение

ИК – инфракрасное излучение

нм – размерность длин волн, одна миллионная доля метра

H – экспозиция – количество света, например, приходящее на фотоприемник

XK – характеристическая кривая зависимости оптической плотности изображения D от величины экспозиции H

S – светочувствительность фотоприемника – его способность реагировать на количество экспозиции H

S_λ – спектральная светочувствительность фотоприемника – его способность реагировать на свет определенной длины волны

k – коэффициент контрастности светочувствительного слоя

D₀ – плотность вуали фотоматериала

ПЗС – запоминающее устройство на полупроводниковых приборах с зарядовой связью

ppi – оптическое разрешение сканера – число пикселей на дюйм

dpi – разрешающая способность принтера – число точек на дюйм

γ – гамма негативного или позитивного изображения – способность передавать тона

n – разрядность квантования сигнала на число уровней яркостей воспроизводимого изображения

m – число уровней яркостей (градаций тонов), равно 2^n , где **n** – разрядность

N – число воспроизводимых тонов принтером

P – разрешающая способность принтера

l – линиятура раstra печатающего устройства – число печатающих линий на один дюйм или сантиметр

RGB – трехканальная цветовая модель используется при построении изображения на экране монитора

СМУК – четырехканальная цветовая модель используется при выводе изображения печатающими устройствами

η – показатель эффективности репродукционной системы, например, по отношению цифровой к аналоговой технологии или наоборот

Введение

На протяжении полутора веков галогенидосеребряная фотография в науке, культуре и технике занимала твердые позиции. По сравнению с другими светочувствительными системами она всегда была лидером по сенситометрическим показателям

(светочувствительности, спектральной чувствительности, фотографической широте), и по структурометрическим показателям (разрешающей способности, дискретности изображения).

Разработки несеребряных материалов [1, 2] не привели к достаточно успешным результатам за исключением электрофотографии [3, 4]. В репрографии [5] ксерография, начиная с 70-х годов прошлого века, вытеснила фотографические процессы в копировании документов, но не смогла решить задачи восстановления угасающих текстов и изображения документов. В конце 20 века цифровые технологии вместе со сканерами [6], компьютерами и принтерами [7, 8] стали конкурировать с галогенидосеребряной фотографией и постепенно заменять ее в различных областях общества.

РГАНТД, ВНИИДАД ранее были выполнены работы по восстановлению угасающих текстов и изображений архивных документов цифровыми технологиями [9-13]. Эти работы показали эффективность цифровых технологий по сравнению с технологиями на основе галогенидосеребряных процессов [14-17]. Цифровые по сравнению с аналоговыми технологиями отличаются невысокой трудоемкостью, комфортностью, возможностью работать с изображением и осуществлять корректирование его дефектов в реальном масштабе времени при контроле процесса на экране монитора в среде графического редактора.

Репродукционные процессы на основе галогенидов серебра состоят из негативной и позитивной стадиях. В цифровых технологиях вместо негатива на первой стадии формируется так называемый цифровой образ закодированного изображения в двоичной системе счисления в формате файла растровой графики. И только при выводе изображения на экран монитора или на бумажный носитель при печатании на принтере формируется аналоговая факсимильная копия оригинала [18-20].

Неадекватность технологий получения и структуры изображений послужили причиной проведения их сравнительного анализа с целью выработки и применения технологических решений, обеспечивающих восстановление угасающих текстов и изображений документов.

Качественное воспроизведение особенно угасающей текстовой и графической информации и контроль репродукционного процесса как аналоговыми, так и цифровыми технологиями возможно путем применения специальных тест-объектов. Тест-объекты контролируют качество получения репродукции и способствуют выбору параметров съемки технологического процесса. Поэтому в данной работе рассматриваются тест-объекты, контролирующие воспроизведение текста и графических изображений. Проводится сравнительный анализ основных сенситометрических показателей по их общей светочувствительности S , спектральной чувствительности S_{λ} , фотографической широте L , коэффициенту контрастности k и структурометрических показателей по разрешающей способности PC , структуре фотоприемника. Рассматривается возможность проведения тоновой коррекции, цветокоррекции, технологическая трудоемкость и комфортность в работе.

Эти показатели наряду с эффективностью восстановления текстов и графической информации весьма важны, поскольку они определяют возможность организации работы с угасающими документами на производственной основе, т.е. создания для этих целей специальных участков или лабораторий в архивах.

На основе проведенных исследований выбраны и рекомендованы технологии для решения конкретных репродукционных задач по восстановлению текстовой и графической информации на документах. Предложена структура цифровой и аналоговой лабораторий и необходимость их сочетаний при работе в УФ- и ИК-спектральных диапазонах, а также возбуждения и регистрации люминесценции.

1. Тест-объекты контроля репродукционного процесса

и оценки качества воспроизведения текстовой и графической информации

Контроль таких свойств систем воспроизведения изображений как способность передачи тонов, цвета, деталей, особенно мелких, повышения качества слабых угасающих текстов в видимом ультрафиолетовом, инфракрасном диапазонах спектра, возбуждения и регистрации люминесцентного свечения осуществляется с помощью специально изготовляемых тестов [21 цветная вкладка]. При репродукционной съемке или копировании такие тесты воспроизводятся вместе с оригиналами документов, и по ним определяется качество и точность полученных репродукций. Оценка качества копий оригиналов производится субъективно путем визуального сравнения или денситометрического [22] и резольвометрического измерения [23, 24].

При проведении сравнительных исследований методы контроля позволяют провести анализ аналоговых и цифровых технологий и на основании его рекомендовать более эффективную технологию, обеспечивающую решение поставленной репродукционной задачи.

1.1. Тест-объекты контроля тона и цветовоспроизведения

1.1.1. Серые градационные шкалы

Серая градационная шкала, репродуцируемая вместе с документальным оригиналом в съемочном процессе, является идеализированным полутоновым оригиналом [25]. Шкалы не содержат изобразительной информации. Они состоят из точно измеренных плотностей, расположенных в определенной последовательности в виде равномерных ступеней.

Как правило, при работе с документами на бумажной основе применяют восьмипольные шкалы с константой плотности D , равной 0,3. Шкала содержит поля с плотностями 0,0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 и 2,1. Последнее поле содержит поверхность черного бархата поскольку другие краски не обеспечивают такую плотность, рис. 1. Кроме этого применяются серые равноконтрастные десятипольные шкалы, рис. 2.

Равноконтрастные шкалы не имеют константы. В области больших плотностей разница между соседними полями больше, чем между малыми плотностями. Например, плотности такой шкалы равны: 0,0; 0,12; 0,22; 0,36; 0,46; 0,66; 0,86; 1,06; 1,48; 1,92. По изображению серой шкалы на полутоновых фотодокументах можно определить, была ли допущена ошибка при воспроизведении, произвести корректировку экспозиции, а также правильно выбрать фотоматериал, химико-фотографический процесс или обработку изображения программными средствами в цифровых технологиях.

Основными характеристиками серых шкал являются: фактор ступеней полей F , константа c и интервал плотностей ΔD . Фактор шкалы определяет соотношение отраженного света двух соседних полей шкалы (n и $n + 1$). На шкале, имеющей $F = 2$, более светлое поле отражает вдвое больше света, чем смежное с ним поле. Такой шкалой является Восьмипольная на рис. 1.

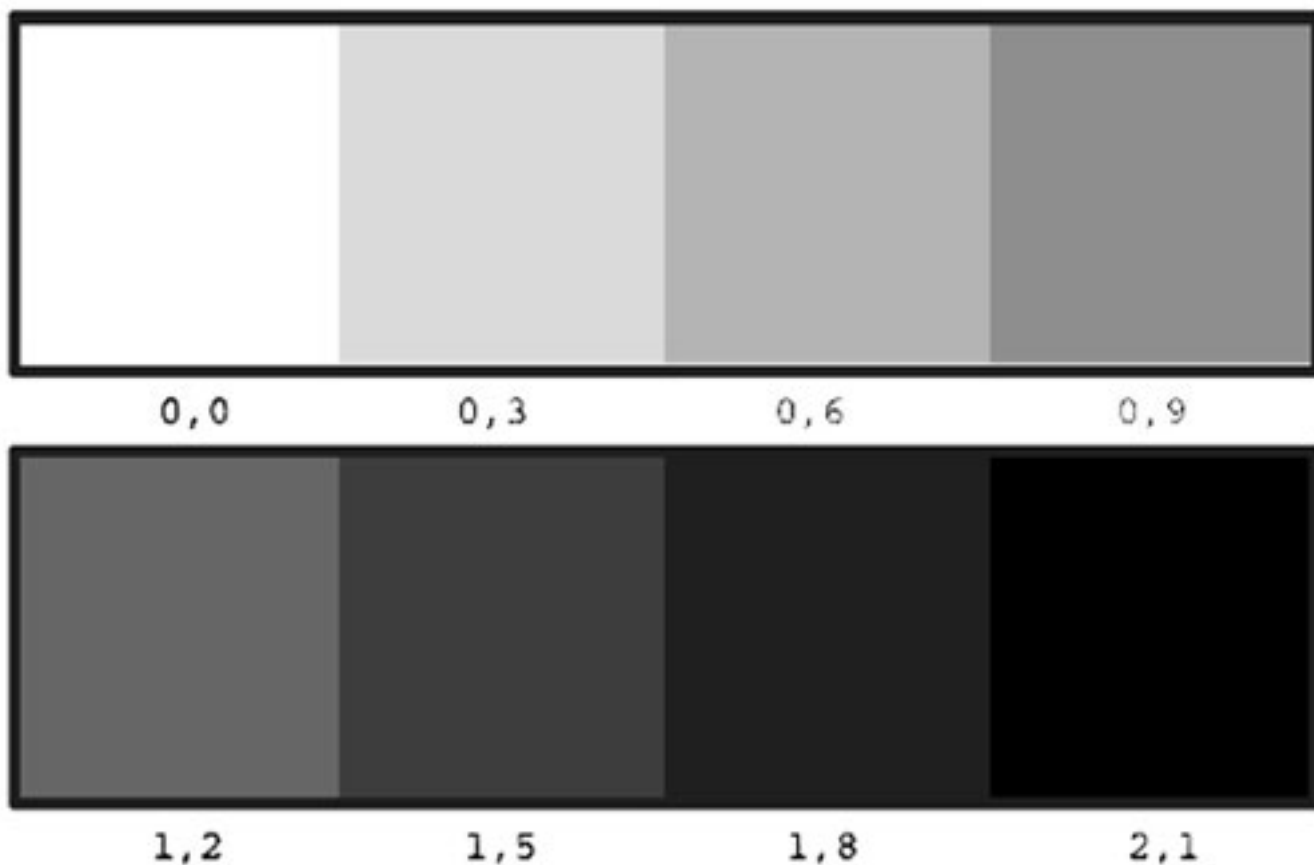


Рис. 1. Восьмипольная серая шкала с константой, равно 0,3.

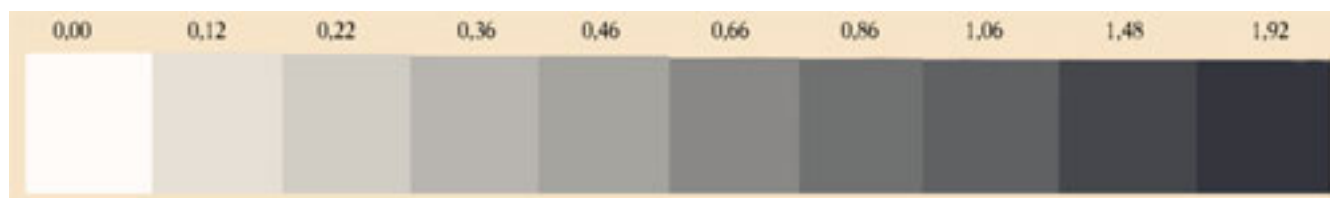


Рис. 2. Равноконтрастная серая десятипольная шкала.

Наиболее типичные репродукционные шкалы имеют фактор $F = \sqrt{2}$. Это означает, что разница световые потоки двух полей, находящихся через одно, равно 2. Константа **const** – это прирост плотностей серой шкалы, т.е. разница плотностей соседних полей шкалы. Величина **const** = ΔD . Константа шкалы связана с фактором **F** соотношением **const** = $\lg F$ для репродукционных серых шкал **const** = $\lg \sqrt{2} = 0,15$. Это означает, что одно поле отличается от соседнего на плотность $D = 0,15$. Интервал плотностей ΔD это разница между последним и первым полями шкалы. У прозрачных шкал, которые применяются для контроля слайдов и негативов, ΔD значительно выше, непрозрачных, изготовленных на бумажной основе, см. таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Шкала	n	F	c	ΔD
1	Непрозрачная	10	$\sqrt{2}$	0,15	1,35
2	Непрозрачная	13	$\sqrt{2}$	0,15	1,80

3	Прозрачная	20	$\sqrt{2}$	0,15	2,85
---	------------	----	------------	------	------

Примечание: n – число полей; F – фактор; с – константа; ΔD – интервал

С помощью градационной шкалы, плотности полей которых известны, однозначно контролируется точность воспроизведения тонов. При физически точном воспроизведении плотностей шкалы градационная кривая проходит под углом 45° к координатам, рис. 3а. На рис. 3б из-за нелинейности фотоприемников в репродукционном процессе видно, что в результате уменьшения градиента кривой в светах и тенях происходит потеря контраста деталей. Устранить искажения нелинейной передачи тонов можно с помощью методов маскирования в аналоговых технологиях и корректирования градационной кривой с помощью графического редактора в цифровых технологиях. Возможности методов маскирования ограничены, весьма материалоемки и трудоемки: маскирование занимает много часов [16, 26]. Корректирование, например, в среде графического редактора происходит без расхода материалов и в течение нескольких минут. На рис. 3в показана возможность получить передачу тонов не только линейно, но и с увеличенным градиентом в тенях и светах одновременно, что в целом повышает качество и четкость воспроизведения деталей.

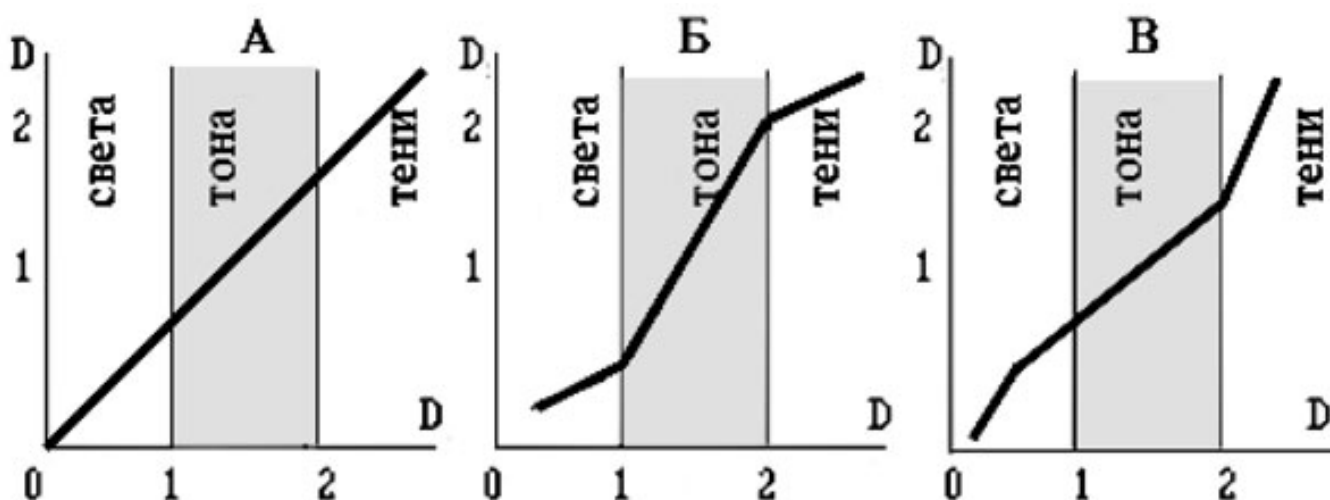


Рис. 3. Градационные кривые воспроизведения оригинала.

Позиция А соответствует точной репродукции. В позиции Б изображение на репродукции получено

с уменьшенным градиентом в тенях и светах. Напротив, в позиции В градационная кривая соответствует изображению с увеличенным градиентом в светах и тенях.

1.1.2. Цветные Шкалы

Цветные шкалы служат для контроля качества и точности воспроизведения цвета изображения по цветовому тону (желтый Ж, пурпурный П, голубой Г, синий С, зеленый З, красный К), насыщенности и светлоте [27]. Материальным носителем цветного изображения являются цветные пигменты или красители, закрепленные на подложке. На непрозрачных изображениях краски могут быть кроющими или полупрозрачными. При кроющих красках подложка выполняет только механическую функцию, например, живопись маслом на полотне. При прозрачных красках подложка, напротив, выполняет очень важную оптическую функцию, т. е. она участвует в образовании цвета, например, акварель на бумаге, имеющей определенную белизну, или текст, нанесенный органическими красителями чернил на белой или, тем более, цветной бумажной основе. Чтобы основа не изменяла цвет красок, она должна быть нейтрально белой. Чем выше ее отражательная способность, тем ярче краски.

Однако, бумажная основа архивных документов всегда, как правило, не является таковой. Поэтому она изменяет цвет красителей текста, выполняет функцию светофильтров. Например, если нанести текст синими чернилами на желтую бумагу, он может принимать зеленоватый оттенок.

Цвет определяется длиной волны аналогично цветам солнечного спектра, а также смешением волн различной длины. Цвет несветящегося тела – цвет его поверхности или прозрачного слоя образуется в результате отражения и пропускания падающего света.

Цвета образуются аддитивным и субтрактивным смешением. Цвета световых излучений смешиваются аддитивно, Основными цветами аддитивного смешения являются синий С, зеленый З, и красный К. Смешенные света всегда светлее основных. На рис. 4 в позиции А показана схема аддитивного синтеза, а в позиции Б – субтрактивного синтеза.

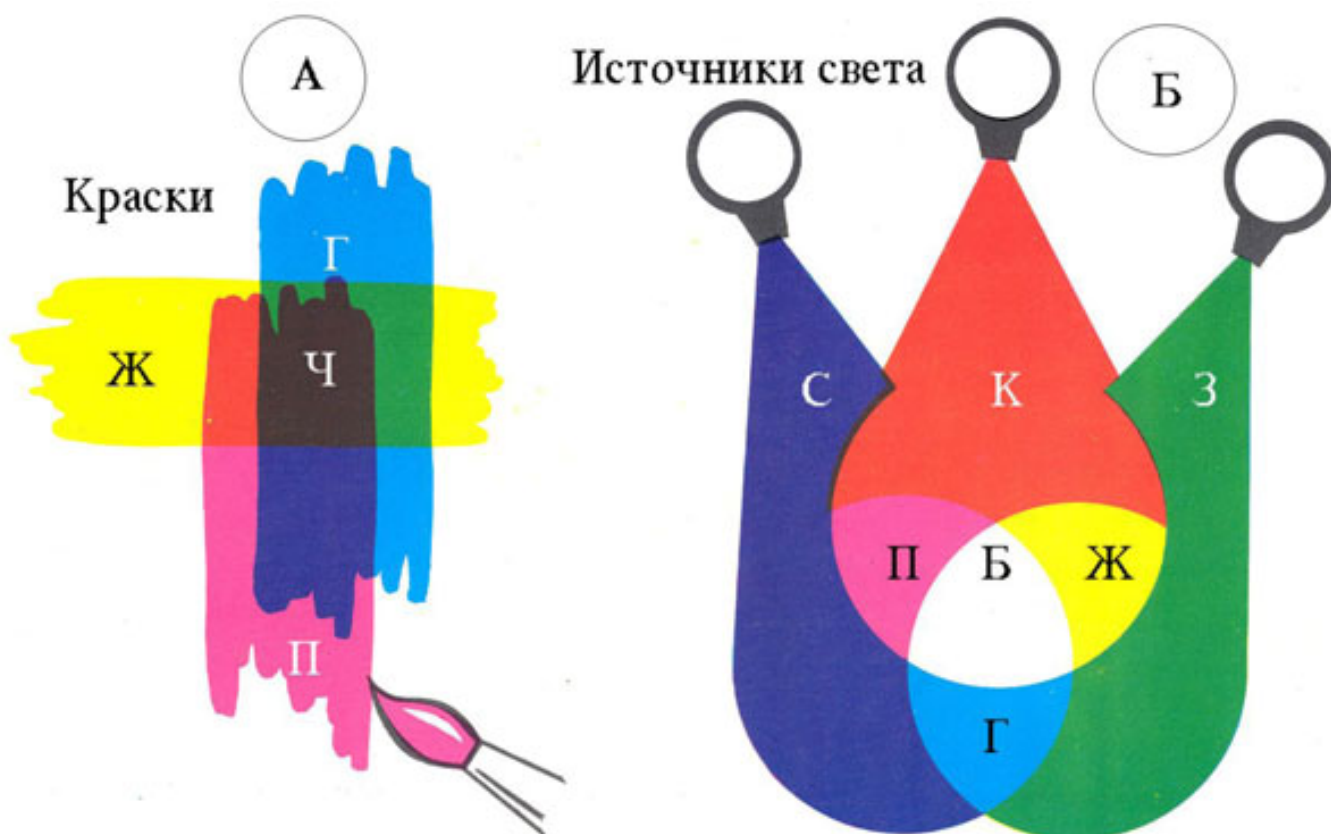


Рис. 4. Схемы смешения цветов.
А – Субтрактивное, Б – Аддитивное смешение.

Субтрактивный синтез – смешение цветов несветящихся тел, подобное смешению красок на палитре художника. Основными цветами субтрактивного синтеза являются желтый Ж, пурпурный П, и голубой Г. Опыт по субтрактивному синтезу показывает, что он противоположен аддитивному.

Аддитивный синтез цветов происходит на экране монитора, так как различные цветовые оттенки образуются излучениями синего, зеленого и красного цвета люминесцирующими элементами электроннолучевой трубки или светофильтрами жидкокристаллической панели. Субтрактивный синтез образования цветов используется при печатании изображения на принтерах.

Большое значение в цветной репродукции имеют так называемые дополнительные цвета. Дополнительные цвета – это пары цветов, которые в аддитивном синтезе дают белый Б, а в субтрактивном – черный Ч цвет.

Аддитивное смешение цветов

Субтрактивное смешение цветов

$$С + Ж = Б$$

$$Ж + С = Ч$$

$$З + П = Б$$

$$П + З = Ч$$

$$К + Г = Б$$

$$Г + К = Ч$$

Цветные шкалы на бумажной основе построены по принципу синтеза цветов субтрактивным способом. Шкала – цветовой круг, рис. 5 наглядно представляет теорию цвета, в которой цвета систематизированы.

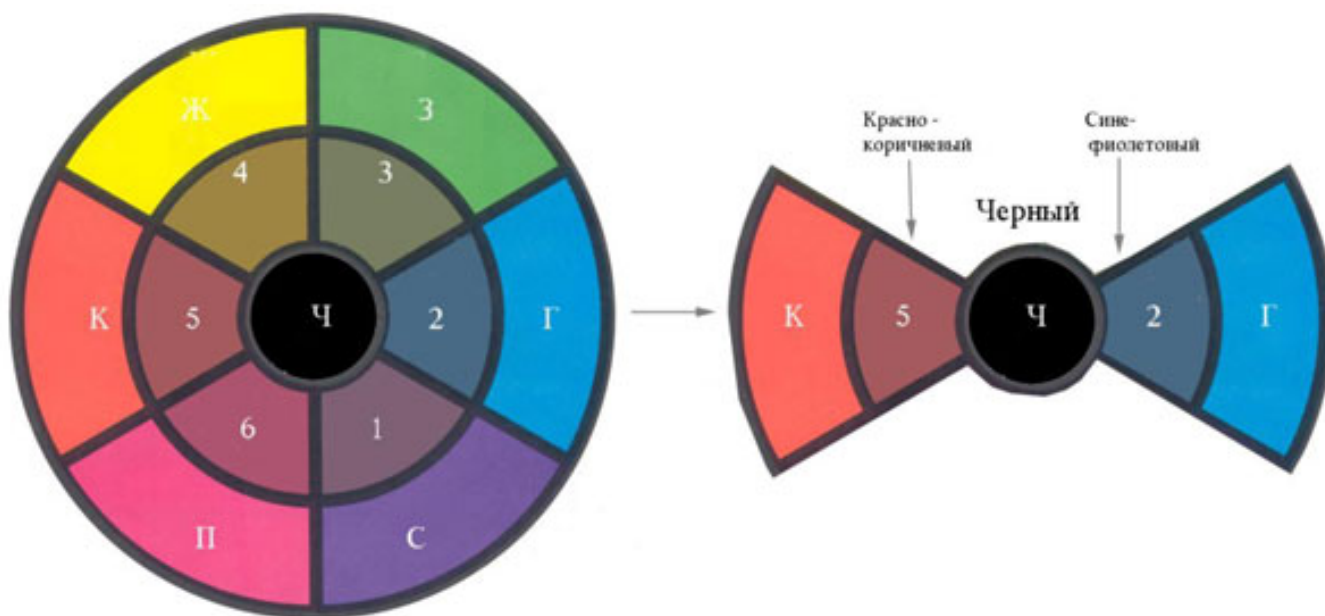


Рис. 5. Шкала цветовой круг содержит дополнительные цвета.

На фрагменте справа показано, где образуются красно-коричневые и сине-фиолетовые цвета.

Простой цветовой круг не содержит ни разбеленных, ни загрязненных цветов, ни коричневых тонов. Лежащие один против другого цвета круга являются дополнительными. Из цветового круга следует, какие светофильтры в аналоговых технологиях следует применять при съемке цветных текстов архивных документов и какие цветоделенные каналы в цветовых моделях RGB и CMYK в цифровых технологиях. По правилу дополнительных цветов желтые Ж, пурпурные П и голубые Г изображения, чтобы их выделить, т.е. повысить контраст, фотографируют соответственно в синих С зеленых З и красных К диапазонах спектра.

Самой распространенной является шестипольная шкала. Она содержит поля трех основных и трех смешанных в одинаковых частях бинарных сочетаний для субтрактивного и аддитивного синтеза, рис. 6.

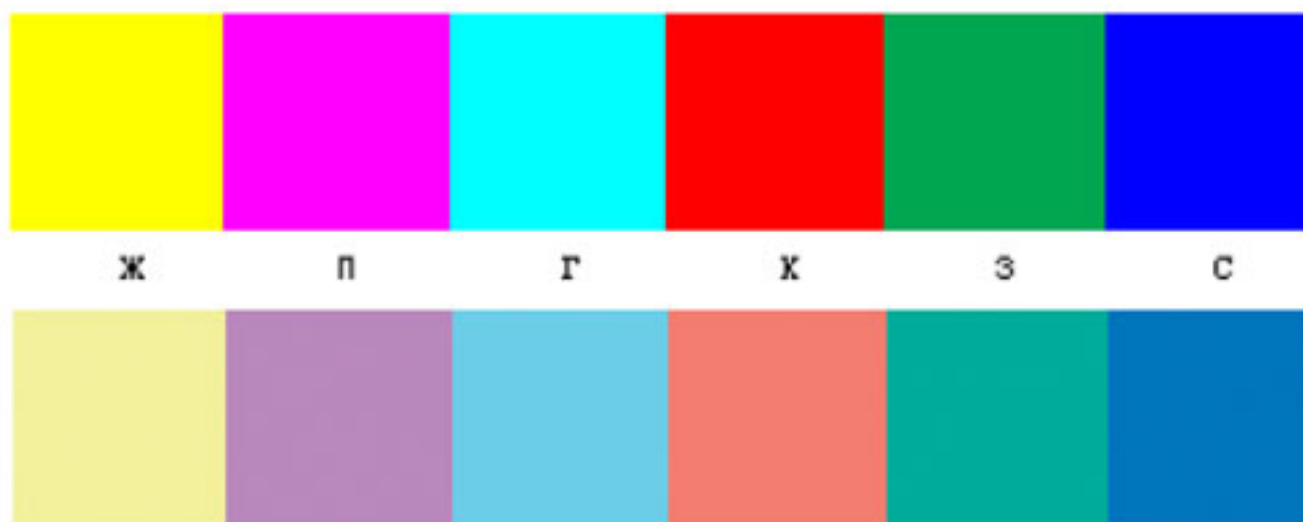


Рис. 6. Шестипольная шкала.

Внизу изображена шкала с недостатком желтой и пурпурной красок, которая является копией с неточным воспроизведением цветов. Она будет использоваться при цветокоррекции в разделе 2.7.

Цветная шкала на рис. 7 содержит 24 поля и получена смешиванием желтой Ж, пурпурной П и голубой Г красок в количествах соответствующих 0, 25, 50, 75 и 100 процентов.



Рис. 7. Цветная шкала получена наложением трех основных печатных красок в определенном процентном соотношении.

Несмотря на наличие многочисленных контрольных шкал воспроизвести абсолютно точно цвет оригинала невозможно из-за того, что реальные краски далеки от идеальных. Основные идеальные краски желтая Ж, пурпурная П и голубая Г должны полностью поглощать по одной трети видимой области спектра. Голубая Г должна поглощать красные К лучи, пурпурная П – зеленые З, а желтая Ж – синие С, рис. 8.

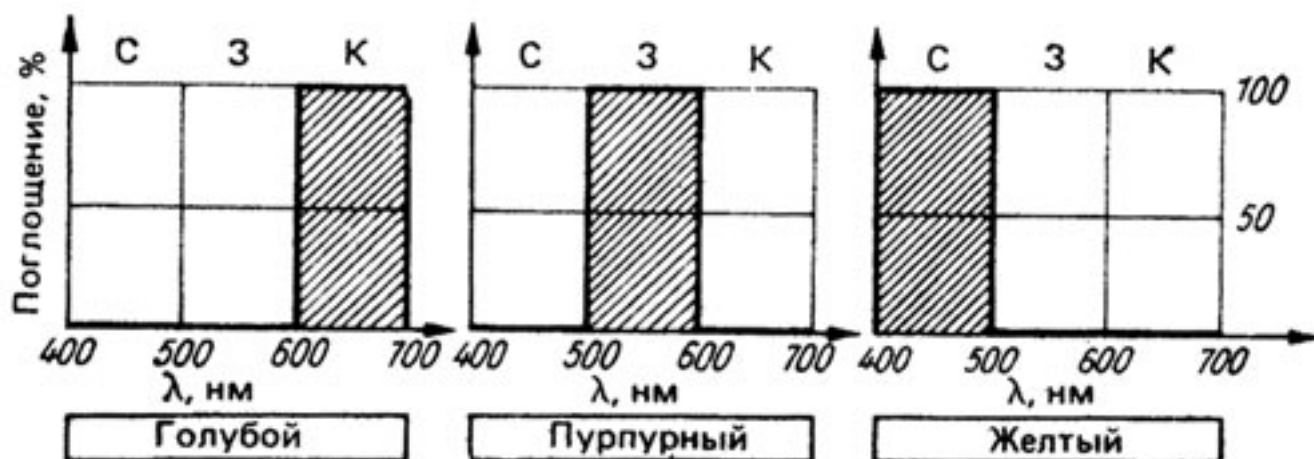


Рис. 8. Теоретические кривые поглощения для идеальных красок показаны в заштрихованной области графиков.

Практически все цвета несветящихся тел не являются спектрально чистыми. Кривые поглощения реальных цветов несветящихся тел, рис. 9 показывают, что их основным недостатком является побочное поглощение.

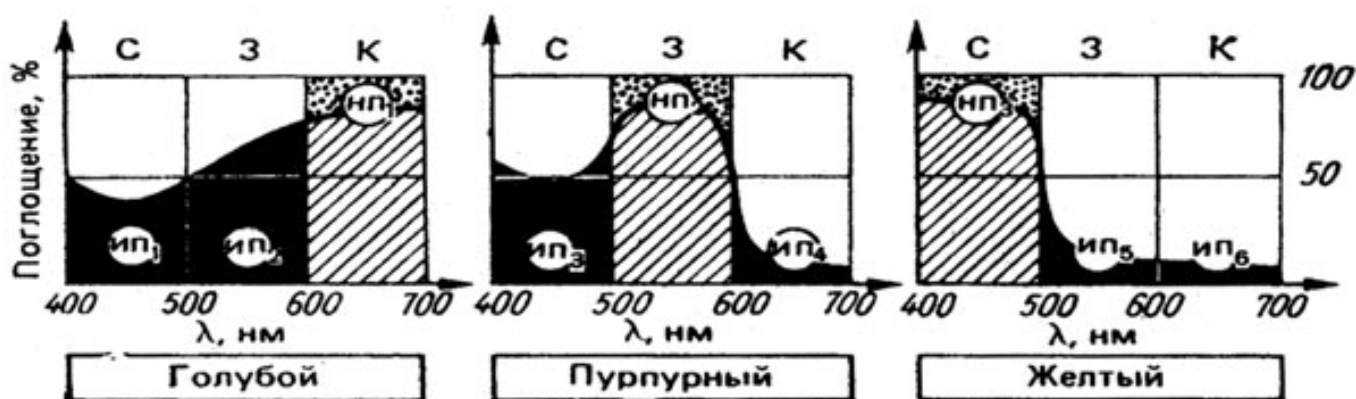


Рис. 9. Кривые поглощения реальных красок.
ИП - избыточное поглощение, НП - недостаточное поглощение.

Таким образом, из спектральных кривых реальных красок видно, что наиболее близка к идеальной желтая краска. На голубой присутствует избыток пурпурной и желтой, а на пурпурной избыток голубой и желтой. Иначе, реальные краски, которыми печатают цветные фотоснимки на принтерах, загрязнены.

1.2. Тест-объекты контроля разрешающей способности Резольвометрические миры

Способность репродукционных систем воспроизводить мелкие детали оценивается с помощью мир - специальных тест-объектов. Мира обычно состоит из штриховых изображений, содержащих темные и светлые чередующиеся между собой элементы. Широко применяется радиальная мира Ащеулова и тест-объект по ГОСТ 13.1.701-87 [28, 29]. Тест объект состоит из 30 групп, в которых каждая последующая группа на 10% меньше, чем предыдущая, рис. 10. Разрешающую способность определяют по числу раздельно передаваемых штрихов на 1 мм длины. По соотношению яркостей темных и светлых элементов они делятся на миры абсолютного и малого контраста. Кроме этого миры бывают прямоугольные, просветные и отражательные.

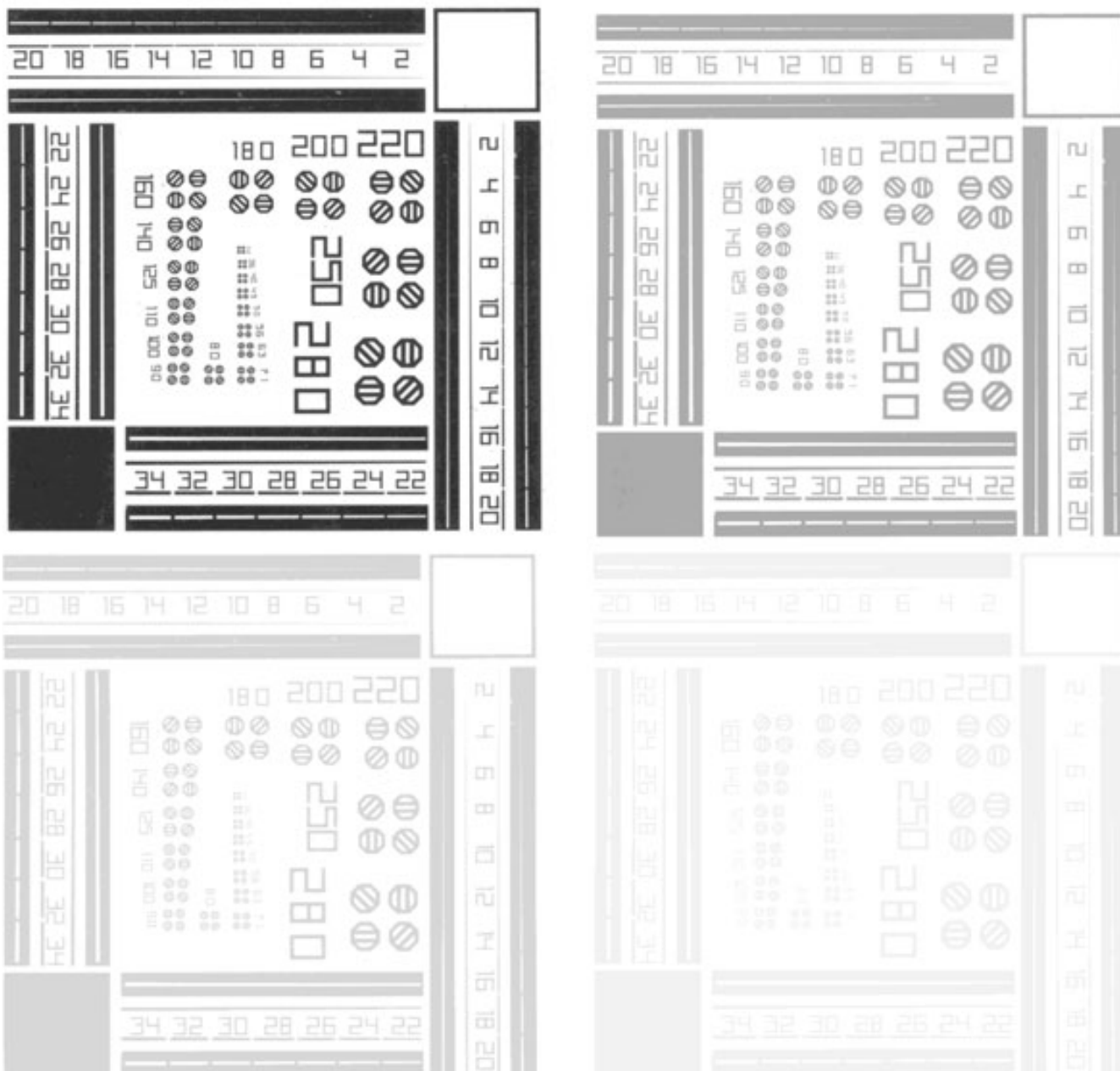


Рис. 10. Копии миры по ГОСТ абсолютного и малого контраста

1.3. Тест-объекты контроля эффективности восстановления информации угасающих документов

Тесты разработаны на основе стандарта ГОСТ (рис. 10), определяющих читаемость в процессах репрографии при копировании документов. В тесте ТО-1 миры шрифта по 4 элемента объединены в группы S (32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250 и 280). Толщина штрихов определяется по отношению $S/700$. Из него следует, что минимальная толщина штрихов равна $0,0457$ мм, а максимальная $0,4$ мм. На рис. 11 приведен тест-объект для определения эффективности воспроизведения слабых по плотности изображение в синей С, зеленой З и красной К областях спектра. В первом столбце теста содержатся пять желтых объектов с постепенно убывающими плотностями, замеренных в контрольных квадратных полях, во втором столбце – пурпурные и в третьем – голубые. Плотности изображений, замерены по квадратному полю и равны:

желтые 1,22; 1,00; 0,65; 0,31; 0,008,

пурпурные 1,10; 0,69; 0,37; 0,16; 0,05,

голубые 1,07; 0,67; 0,39; 0,17; 0,07.

Замеры производились соответственно за синим, зеленым и красным светофильтрами на денситометре ДО-1 м. По тесту на рис. 11 можно оценить РС по мирам разного контраста, воспроизведение тонов по шкале плотностей квадратных полей, а эффективность повышения видимости и контраста по соотношению плотностей на копии и тест-объекте. РС определяется по группе мира, в которой еще различимы элементы шрифта. Характер воспроизведения тонов определяется по функциональной зависимости плотностей D_k на копии от плотностей на тесте D_T . Эффективность усиления слабых плотностей изображения, кроме визуального наблюдения, может быть выражена по разности плотностей $\Delta D = D_k - D_T$.

ЖЕЛТАЯ

ПУРПУРНАЯ

ГОЛУБАЯ

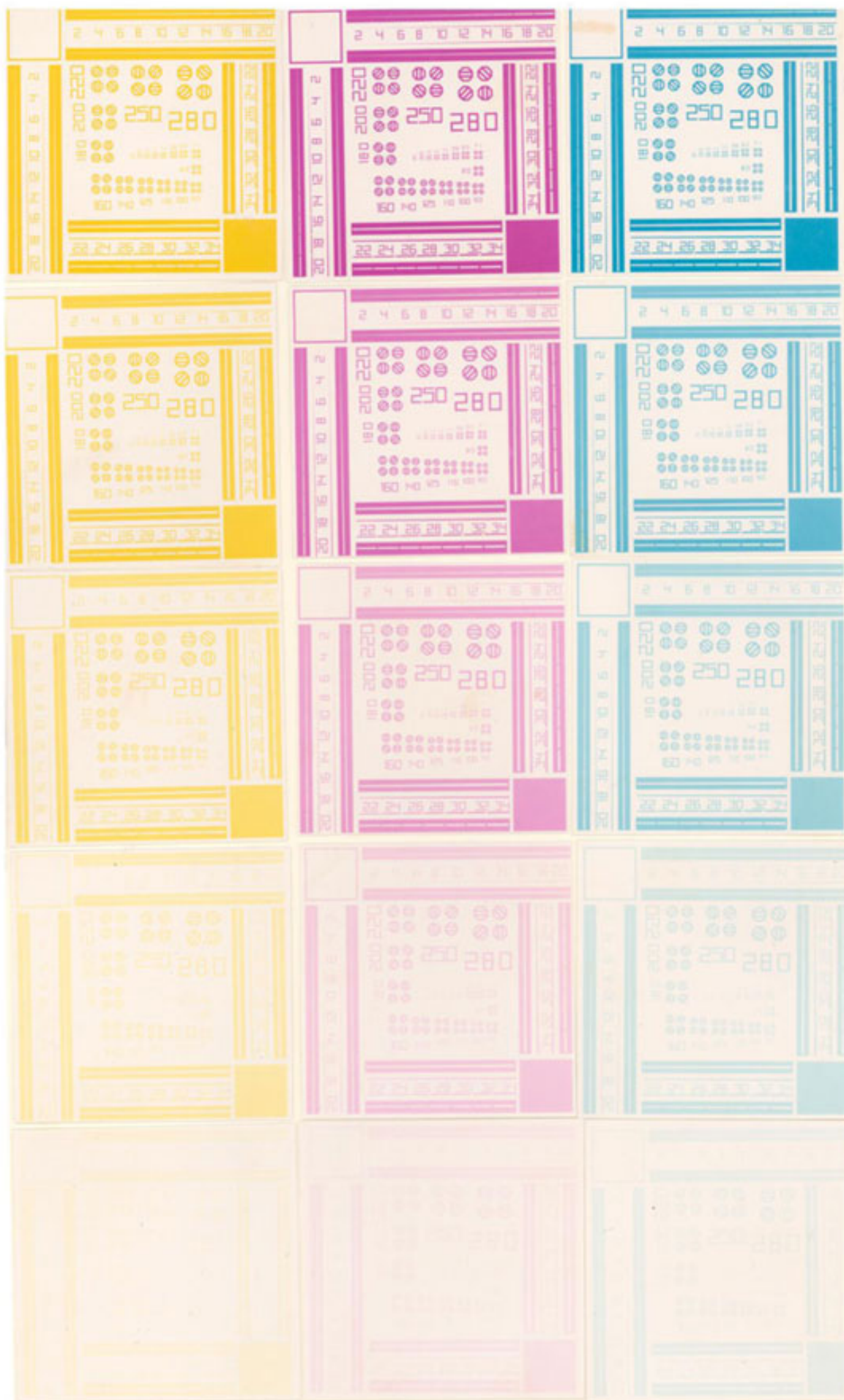


Рис. 11. Копия тест-объекта контроля воспроизведения угасающих изображений в синей, зеленой и красной областях спектра.

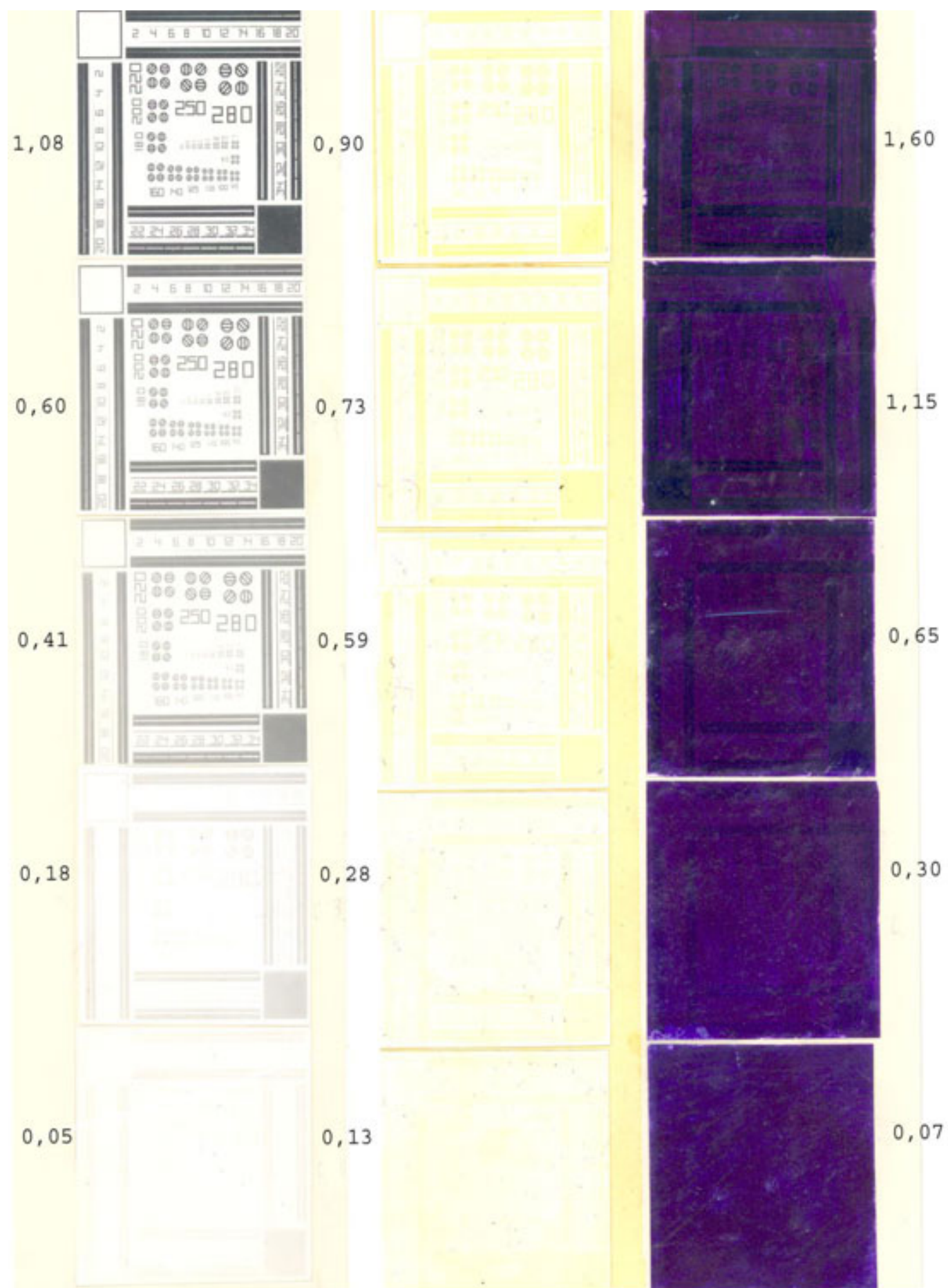


Рис. 12. Копия тест-объектов для воспроизведения угасающих изображений в видимой, УФ- и ИК-областях спектра.

1.3.1. Контроль репродукционной съемки документов в УФ- и ИК-диапазонах

Тест-объект определения эффективности восстановления документов в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра построен аналогично предыдущему тесту (рис. 12). В первом столбце нанесены черно-белые штриховые изображения, имитирующие тест, с постепенно убывающими плотностями, замеренными по квадратному полю. Во втором столбце эти же изображения переведены в невидимые, имитирующие угасание текста. В третьем столбце они перекрыты красителем, прозрачным в инфракрасных лучах. Эффективность восстановления текста по РС, воспроизведению тонов, повышению контраста изображения определяется аналогичным образом. На тесте в каждом столбце напротив мир обозначены плотности изображений, замеренных по квадратным полям.

1.3.2. Тест-объекты контроля возбуждения и регистрации люминесцентного свечения

Люминесценцией называется излучение света телами, избыточное над тепловым [30-31] при той же температуре и имеющее длительность, значительно превышающую периоды излучения в оптическом диапазоне спектра. Она может быть вызвана различной природой возмущения. В области восстановления угасающих текстов и др. изображений документов нашла применение фотолюминесценция, т. е. коротковременное свечение средств письма во время действия ультрафиолетового или видимого света. Такое свечение называется флюоресценцией. Под действием УФ-излучения свечение красителей текста, как правило, происходит в видимой области. Наблюдается свечение в желтой, оранжевой или красной областях. Некоторые чернила, например, фиолетовые в небольших концентрациях красителя обладают инфракрасной люминесценцией в диапазоне длин волн 750-900 нм. Такая люминесценция возбуждается сине-зелеными лучами, которые пропускает, например, светофильтр СЗС-21 из набора Стекло оптическое [32].

Поэтому люминесцирующий тест содержит два объекта. Один из них выполнен люминесцирующими красками, которые возбуждаются ультрафиолетовым светом с помощью светофильтра УФС-1, пропускающим излучение с максимум в области 254 нм и УФС-6 с максимум излучения 365 нм. Другой объект на тесте выполнен красителем, люминесцирующим в ИК-области под действием возбуждающим излучением сине-зеленым светом.

Инфракрасная люминесценция является невидимой. Поэтому для ее наблюдения необходимо применять оптоэлектронный преобразователь или можно использовать инфракрасную лупу для светооптического исследования документов «Генетика Зм-ЛТВ».

Так как люминесцирующие объекты на люминесцирующем тесте в обычных условиях невидимы, то он не приводится на рисунке.

2. Основные сенситометрические, структурометрические и технологические свойства аналоговых и цифровых технологий, обеспечивающих восстановление текстовой и графической информации и их сравнение

Возможность восстановления угасающей текстовой и графической информации документов появилась почти сразу же с появлением фотографических процессов на основе соединений с использованием галогенидов серебра, которые изложены в многочисленных работах

отечественными исследователями [33-37]. В области восстановления текстовой и графической информации документов проводились работы и по линии архивных служб во ВНИИДАД [14-17].

Фотографические процессы на основе светочувствительных галогенсеребряных процессов достигли своих максимальных свойств по светочувствительности, разрешающей способности, воспроизведения тонов и цвета, универсальности и доступности, получили применения почти во всех областях науки, техники и культуры. Тем не менее, на всех этапах ее существования предпринимались многочисленные попытки замены серебра другими несеребряными светочувствительными слоями. Прогресс науки и техники требовал создания новых способов записи оптической информации, которая обеспечивала бы не только высокое качество изображения в отношении воспроизведения мелких деталей, но также обладала бы скоростью записи и воспроизведения вплоть до получения изображений сразу же в масштабе реального времени. Классическая фотография из-за своего многоступенчатого процесса трудоемкости была не способна решить такую поставленную задачу. Известный диффузионный процесс получения изображений прямо в фотокамере был не достаточно быстрым [38].

Новые задачи стимулировали разработку несеребряных материалов. В настоящее время повсеместно применяется электрографический процесс (ксерография) [3, 4]. На рис. 13 показаны кривые спектральной светочувствительности электрографических слоев.

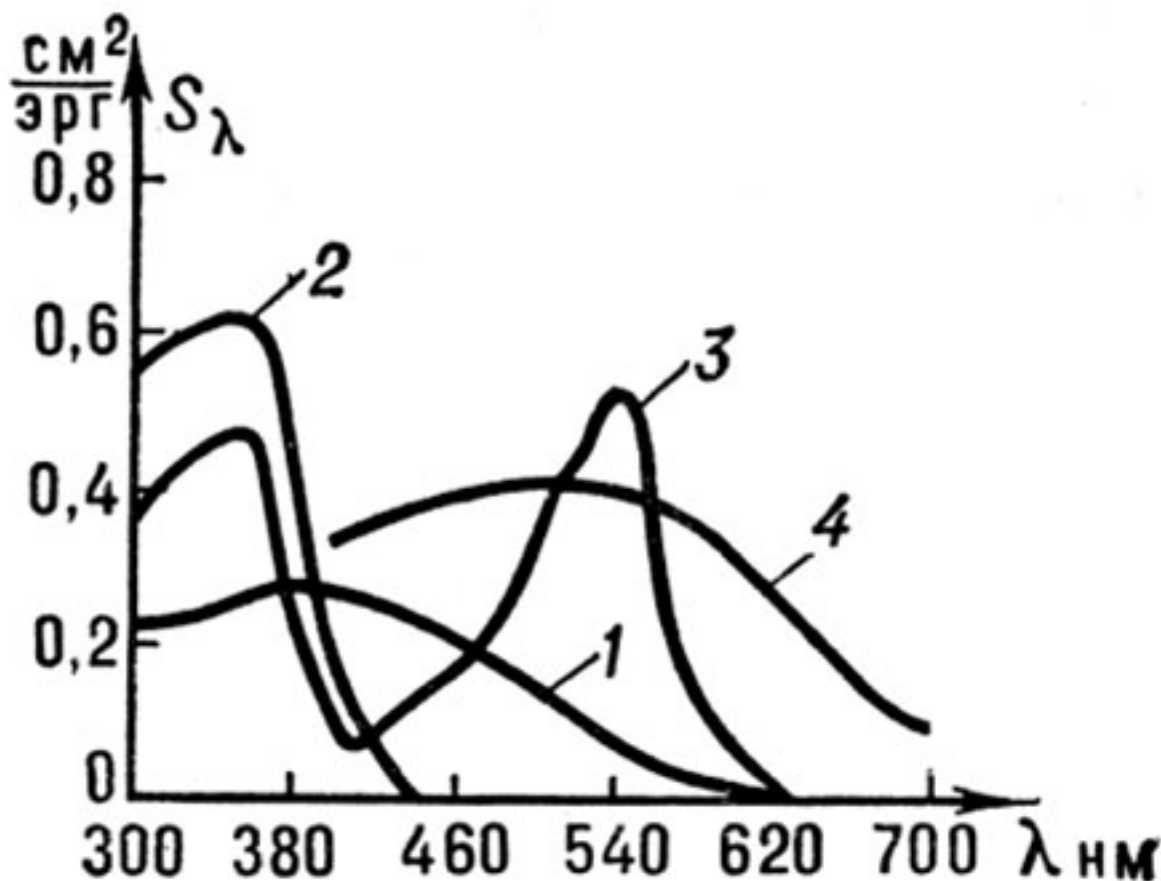


Рис. 13. Спектральная светочувствительных электрографических слоев:
1 – селен, 2 – окись цинка, 3 – селен с теллуром, 4 – сернистый кадмий.

Электрографический процесс позволяет сразу в течение нескольких секунд получить копию документа. В таблице 2 приводятся сенситометрические характеристики электрографических слоев.

Таблица 2

Полупроводник	Проявление	S, ед. ГОСТ	Коэфф. контраст.	Фотогр. широта	PC Лин/мм
Окись цинка, сенсibilизированная	Жидкостное	0,2-0,3	0,7	1,2	60-100
Селен	Сухое	1-2	1,3	1,2	40-60
Селен с теллуrom	Сухое	8-10	1,3	1,2	40-60
Сульфид кадмия	Сухое	0,09-0,2	-	-	40-50

Ксерография не нашла применения при восстановлении угасающей текстовой и графической информации. Другие бессеребряные фотографические процессы [39] не нашли применения в копировании документов. К ним относятся рельефография – метод записи на фототермопластических пленках. Предполагалось такие пленки использоваться в микрофильмовании. Полупроводниковая фотография из-за светочувствительности в ИК-области спектра служит для записи в диапазоне длин волн больше 1200 нм. Светочувствительные слои с диазосоединениями нашли применение в микрофильмовании для получения рабочих копий.

Классическая и бессеребряная фотография основаны на аналоговых технологиях записи изображений, в которых фотографическое почернение адекватно распределению яркости в изображении. В цифровых технологиях световой сигнал записывается в виде числа двоичным кодом. По своим основным свойствам записи информации она становится конкурентом классической фотографии, а по скорости и комфортности в работе превосходит ее. Чтобы определить возможность восстановления угасающих текстов графической информации аналоговых и цифровых технологий необходимо проведение их сравнительного анализа по светочувствительности S , спектральной чувствительности S_{λ} , коэффициенту контрастности K , разрешающей способности PC , фотографической широте, воспроизведения тона и цвета, а также применительно к цифровым технологиям, физического и интерполяционного разрешения, разрядности представления цвета, динамического диапазона [20, 21].

2.1. Светочувствительность

Воспроизведение изображений документов возможно на фотоприемники, имеющие достаточную светочувствительность. Светочувствительность фотоматериала – это его способность реагировать на оптическое излучение. В фотографических процессах на галогенидосеребряных материалах светочувствительность определяется по характеристической кривой, которая представляет собой график зависимости степени почернения или окрашивания изображения, выраженную величиной оптической плотности D от десятичного логарифма экспозиции, т.е. $D = f(\lg H)$. Различают характеристическую кривую (ХК) черно-белого и цветного изображений. Кривая $D = f(\lg H)$ характеризует градационные свойства светочувствительного слоя фотоматериала, поэтому в некоторых случаях ее называют градационной кривой. Величина фотографического эффекта, выбранного для оценки светочувствительности S , называется критерием светочувствительности. Выбор и количественное выражение критерия S в различных сенситометрических системах [22] осуществляется по-разному. Критерий S вычисляют после экспонирования и химико-фотографической обработки материала и построения ХК, рис. 14.

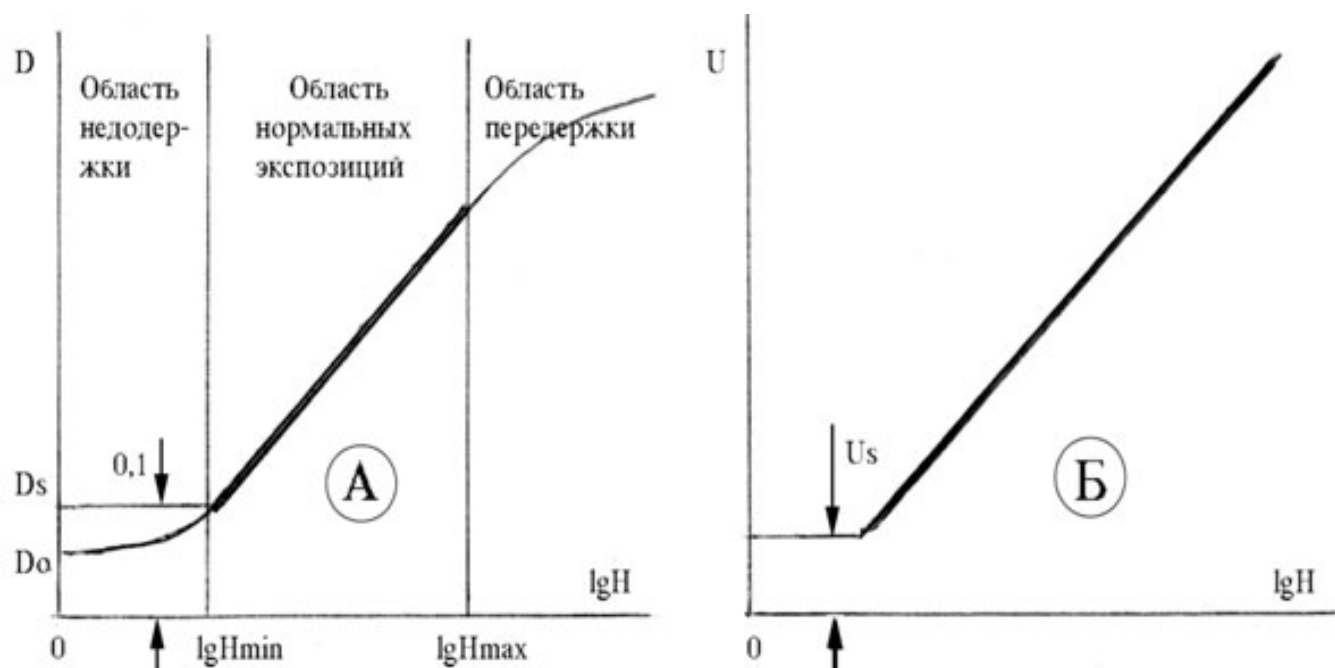


Рис. 14. График ХК, поясняющий определение по ней критерия S.
В позиции А описывается аналоговый процесс, а в позиции Б – цифровой процесс.

Общую светочувствительности S определяют по формуле: $S = k / H_{кр}$, где k – постоянный коэффициент, значение которого выбирается в соответствующих сенситометрических стандартах. Например, в России и США величина общей светочувствительности S черно-белых негативных фотопленок общего назначения определяется по формуле $S = 0,8 / H_{D = 0,1 + D_0}$.

Индекс $D = 0,1 + D_0$ указывает на то, что за критерий S принята оптическая плотность D, превышающая на 0,1 оптическую плотность фотографической вуали D_0 на ХК, рис. 14.

В цифровых технологиях в качестве светочувствительного материала применяется полупроводник, как правило, кристалл кремния. В качестве фотографического эффекта на нем образуется не почернение или окрашивание, а электрические заряды (электроны, индуцированные светом, которые накапливаются в потенциальных ямах ячеек полупроводника, обладающего электронной проводимостью n – типа).

Фотоприемник, содержащий на своей сенсорной стороне микрофотодатчики, расположенные регулярно, называется прибором с зарядовой связью (ПЗС). Микродатчики имеют размер 10 микрон и менее и называются пикселями. Каждый пиксель вырабатывает электрические заряды пропорционально своей освещенности падающего на него света. Оптический сигнал преобразуется в электрический, усиливается, квантуется по уровням яркостей, кодируется, записывается на карту памяти фотоаппаратов или вводится в компьютер при сканировании [18, 19].

Если фотографический эффект в виде электрических зарядов на фотоприемнике пропорционален интенсивности падающего на пиксель света, то ХК цифрового процесса не может содержать области недодержки и передержки, характерные для фотографического процесса на галогенидосеребряных светочувствительных слоях, рис. 14Б. Определение критерия светочувствительности микродатчиков можно привязать к минимальной освещенности E в люксах, как, например, это указывается в характеристиках видеокамер [20 приложение]. Прямая зависимость ХК приборов с зарядовой связью ПЗС от интенсивности падающего света положительно сказывается при воспроизведении тонов, чем нелинейная зависимость ХК фотографического процесса на галогенидосеребряных слоях.

Некоторые типичные характеристики фотопленок и ПЗС цифровых камер по

светочувствительности, приведенных к критерию по ГОСТ $S = 0,8/H$ для $D = 0,1 + D_0$, и другим показателям, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Некоторые типичные показатели фотопленок и ПЗС цифровых камер

№№	Показатели	Фотослой	ПЗС
1	Светочувствительность, S	100-400	800
2	Разрешающая способность	100-200	5-10 Мг пиксель
3	Квантовая эффективность	1%	20%
4	Интервал экспозиций, $\Delta \lg H$	3 (нелинейно)	$5 \cdot 10^3$ (линейно)
5	Зернистость и шум	Уд	Низкие
6	Усиление сигнала	10^8	10^4
7	Стабильность	Уд	Хор
8	Трудоемкость	Большая	Комфортная

2.2. Спектральная чувствительность

Галогенидосеребряные светочувствительные материалы практически обладают чувствительностью, за исключением радиоволн, ко всему спектру электромагнитных волн. Спектральная чувствительность к определенной длине волны облучения (иначе ее можно назвать монохроматической чувствительностью) количественно определяется по формуле $S_\lambda = 1 / H_\lambda$, где $H_\lambda = E_\lambda \cdot t$. Величина E_λ - монохроматическая облученность. Для видимого света E_λ называется монохроматической энергетической освещенностью.

На рис. 15 приведены типичные кривые спектральной чувствительности некоторых фотоматериалов 1 - несенсибилизированного, 2 - изоортохроматического, 3 - изопанхроматического, 4 - панхроматического, 5 - инфрахроматического.

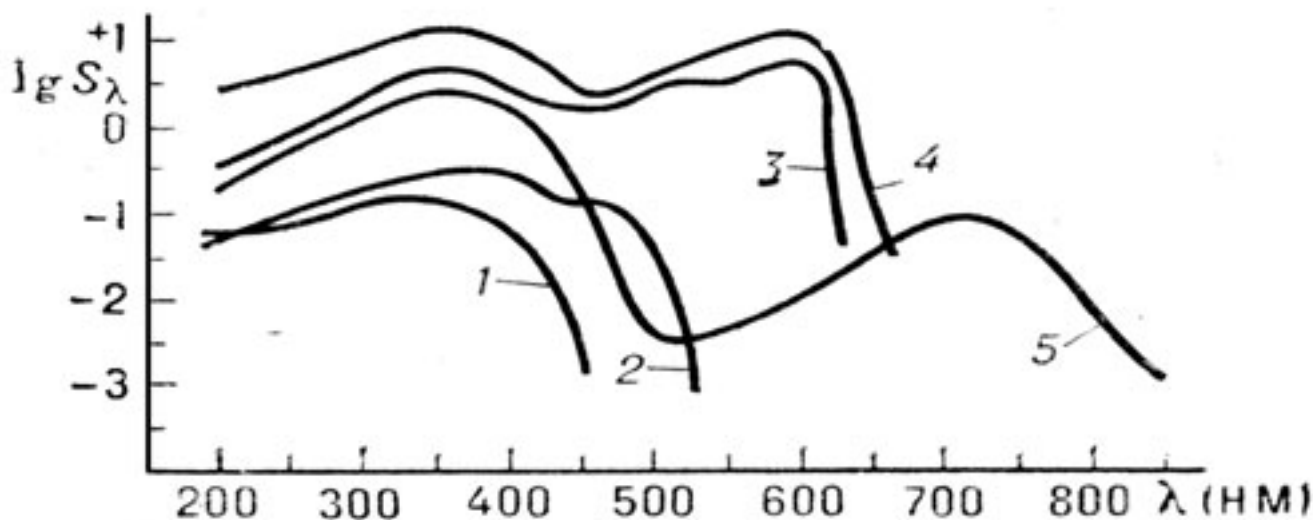


Рис. 15. Типичные кривые спектральной чувствительности.

Из рис. 15 следует, что с помощью несенсибилизированных материалов можно проводить репродукционную съемку документов в УФ- и синей области спектра. Изоортохроматические материалы чувствительны, кроме синих лучей, к желтым и оранжевым лучам. Изопанхроматические слои более равномерно чувствительны ко всему диапазону видимого света синему, зеленому и красному. Для фотографирования в инфракрасных лучах применяют специальные инфрахроматические слои. Таким образом, применяя различные по цвету светофильтры в репродукционной фотографии можно воспроизводить текстовые и графические документы любого оттенка по цвету. С этой точки зрения галогенидосеребряные фотоматериалы универсальны. Но для этого необходим набор материалов по спектральным характеристикам.

В цифровых технологиях в качестве светочувствительного приемника служат приборы с зарядовой связью ПЗС-линейки на сканерах и ПЗС-матрицы на цифровых камерах. ПЗС-фотодатчики состоят из отдельных микродатчиков (пикселей), расположенных на кремниевом фотоэлементе. Спектральная чувствительность кремниевого фотоэлемента лежит в диапазоне между синими и ближними инфракрасными лучами (рис. 16).

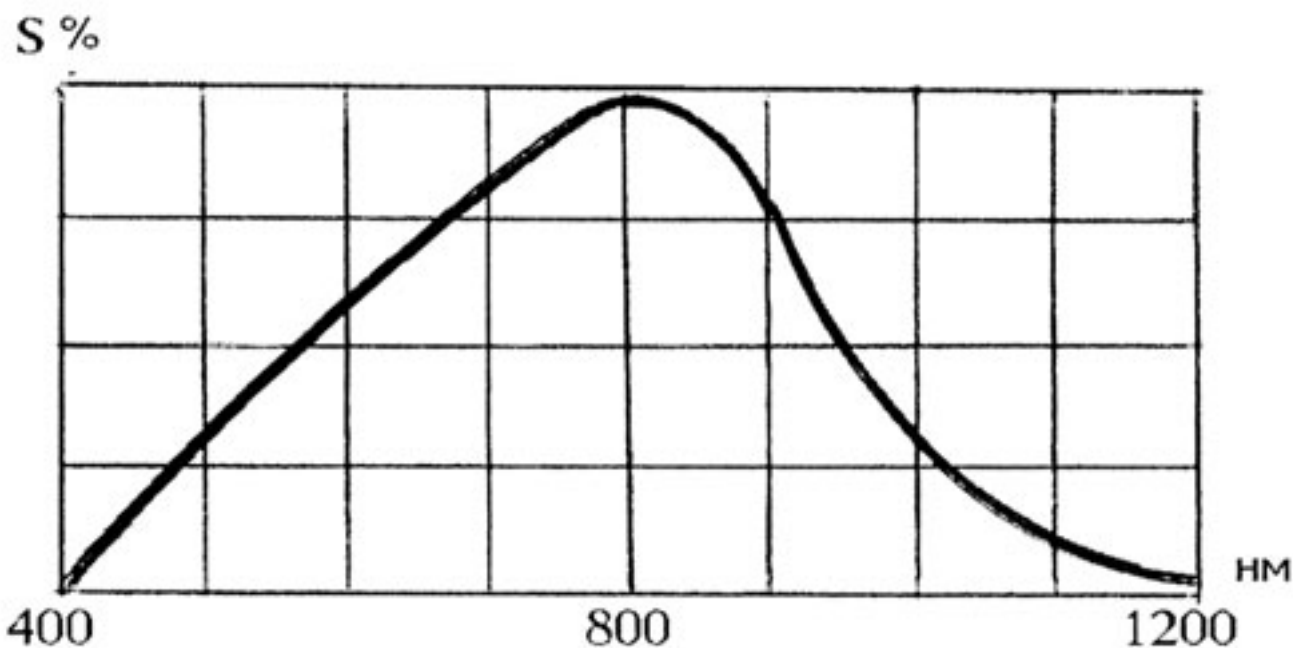


Рис. 16. Спектральная чувствительность кремниевого фотоэлемента с запирающим слоем.

Структура пластинки ПЗС организована таким образом, что на каждый элемент пикселя наносится синий, зеленый или красный микро светофильтр (рис. 17).

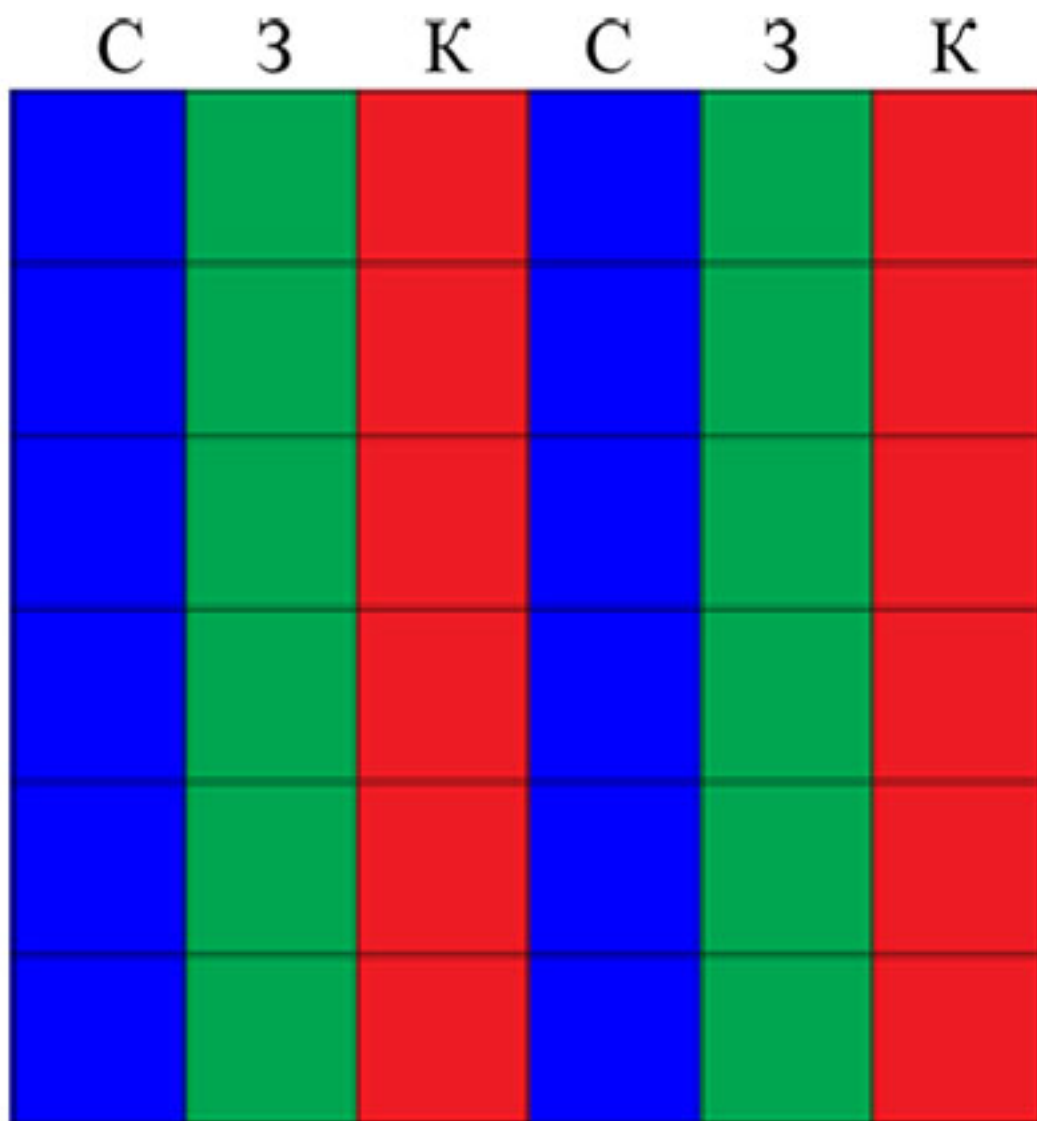


Рис. 17. Схематическая структура светочувствительных элементов на матрице ПЗС с нанесенными на них светофильтрами.

Наличие элементов на матрице ПЗС с зональными светофильтрами позволяет производить репродукционную съемку цветных документов в синем, зеленом и красном диапазонах спектра, используя соответствующие цветоделенные каналы в цветовой модели RGB, и дифференцировать изображения по цветам красителей желтому, пурпурному, голубому и черному в соответствующих каналах цветовой модели CMYK.

Отсутствие чувствительности в ультрафиолетовой области спектра ограничивает возможности цифровых технологий при восстановлении угасающей текстовой и графической информации на архивных документах по сравнению с аналоговыми технологиями.

2.3. Разрешающая способность

Разрешающая способность (РС) фотоматериалов характеризует их способность воспроизводить мелкие детали объекта съемки. Определяется максимальным числом отдельно передаваемых галогенидосеребряным слоем параллельных штрихов (линий) стандартной резольвометрической миры (рис. 10), приходящихся на 1 мм изображения [28, 29]. Для определения РС с миры получают ряд снимков проекционным или контактным способом с последовательно возрастающими плотностями, так называемую резольвограмму. В каждом из полученных снимков находят группу, где штрихи миры еще различаются и определяют их число на 1 мм длины при данной экспозиции $I_g H$ на характеристической кривой слоя. Результаты проведенных измерений выражают кривой резольвометрического разрешения на графике, привязанной к ХК. Резольвометрическая кривая (рис. 18) представляет собой зависимость величины РС от логарифма экспозиции $I_g H$ на ХК.

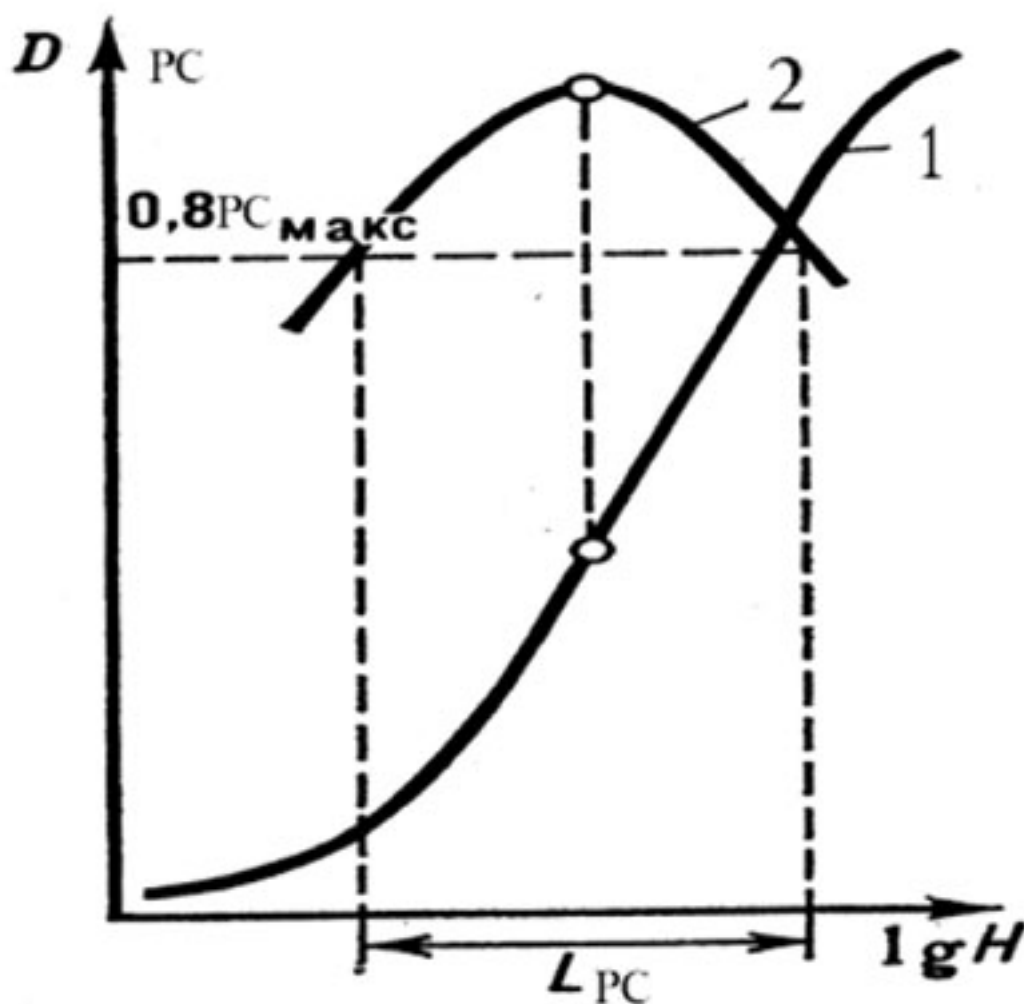


Рис.18. График построения резольвограммы.
1 - ХК; 2 - резольвограмма. Величина РС равна $0,8PC_{\max}$.
 PC_{\max} соответствует некоторой экспозиции $I_g H_{\max}$ на ХК.

Галогенсеребряный фотографический процесс состоит из двух стадий: негативной и позитивной, поэтому величина РС конечного изображения зависит от ее значений на негативе и на позитиве, и она выражается отношением [42].

$$1/PC_c = 1/PC_n + 1/PC_{об} + 1/PC_p,$$

где обратная величина разрешающей способности системы равна сумме обратных величин разрешающих способностей объектива, негативного и позитивного процесса.

В галогенсеребряном фотографическом процессе величина разрешающей способности

зависит от следующих факторов:

- От размеров микрокристаллов эмульсии иначе от зернистости фотослоя.
- От контраста миры. Чем меньше плотность миры, тем меньше разрешающая способность.
- На разрешающую способность влияет светорассеяние в слое. С ее увеличением разрешающая способность падает.
- Максимум разрешающей способности соответствует средней части ХК (рис. 18). Для экспозиций H соответствующих больше или меньше средней она падает.
- Она зависит от условий химико-фотографической обработки экспонированного материала. Причем это влияние может быть как положительным, так и отрицательным.
- При контактном способе копирования изображения она выше, чем при проекционном способе.
- Разрешающая способность зависит от светочувствительности фотоматериала. Разрешающая способность высокочувствительных материалов не превышает 100 линий на 1 мм, на материалах средней светочувствительности она равна 100–150 линий на 1 мм, а на материалах низкой светочувствительности, например, пленок для микрофильмирования она может быть равна 200–500 линий на 1 мм длины. Специальные голографические слои способны регистрировать интерференционные картины световых волн [43, 44].

Если РС в галогенидосеребряном процессе величина переменная, хотя и зависит в основном от зернистости (величины микрокристаллов) фотографического слоя, то в аналоговых технологиях она прямо зависит от размера микро датчиков, так называемых пикселей на светочувствительном слое полупроводников, например, кристалле кремния, прибора с зарядовой связью (ПЗС).

В цифровых технологиях архивные документы можно воспроизводить на сканерах и цифровых камерах. Сканер характеризуется физическим аппаратным разрешением и интерполяционным. Интерполяционное разрешение как бы уменьшает размеры пикселей программными средствами, но не выявляет более мелкие детали. Пиксель представляется в виде меньших по размеру элементов. Например, при РС = 300 ppi и интерполировании до 600 ppi он разбивается на четыре элемента. В результате этого границы растровых объектов сглаживаются, и как бы улучшается видимость, но при этом уменьшается контраст. Физическое разрешение зависит от конструктивных возможностей сканера в оцифровке изображения по горизонтали и вертикали. Горизонтальное разрешение называется оптическим и определяется плотностью размещения пикселей на сканирующей линейке. Численно выражается числом размещенных пикселей на дюйм длины горизонтали (ppi). Чем выше плотность регистрирующих элементов, тем выше разрешающая способность РС. Если одновременно использовать определенное заданное число датчиков (пикселей), то разрешающую способность сканирования можно по желанию выбирать. Например, можно устанавливать режим сканирования с разрешением 100, 150, 300, 600, 1200, 3200 и пр. ppi.

Во время работы сканирующая головка с помощью шагового механизма смещается на

некоторое расстояние (шаг). Это смещение характеризует механическую (вертикальную) разрешающую способность сканера. Отсюда понятно, что с увеличением вертикального разрешения увеличивается время сканирования. При большом числе РС время сканирования может достигать нескольких минут. Изменяя шаг смещения головки, т.е. вертикальное разрешение, по отношению к оптическому разрешению, можно сжимать или растягивать изображение. Надо иметь ввиду, что с увеличением разрешения сканирования увеличивается не только время сканирования, но и непомерно растет файл изображения.

В цифровых фотоаппаратах величина РС также зависит от размера пикселей на матрице прибора с зарядовой связью. Она определяется количеством пикселей на матрице, размер которой не превышает обычного кадра на 35 мм фотопленке. На современных цифровых камерах разрешающая способность может быть больше 10 мега пикселей.

При выводе изображения на бумажный носитель РС резко падает. Это объясняется тем, что лазерные принтеры печатают растровой точкой, размеры которой зависят от линиатуры *l*. Линиатура раstra выражается числом линий на дюйм или сантиметр. При печати можно устанавливать различную величину *l*. С ее увеличением РС тоже растет. Ниже в таблице показано, как зависит РС от величины *l*. По умолчанию принтеры, как правило, печатают с величиной *l*, равной 150 dpi. На бумаге качество изображения соответствует полиграфическому.

<i>l</i> , лин / dpi	50	75	90	125	150	175	200	250
РС, лин / мм	2	3	4	5	6	7	8	10

На струйных принтерах изображение печатается хаотически наносимыми микроскопическими чернильными пятнами. Качество изображения и его РС зависит от их размера и не превышает 10 лин/ мм. В таблице 4 приводится зависимость размера дискретизации изображения от разрешения (ррi) и зависимость разрешения от чувствительности фотопленок.

Из данных таблицы следует, что по величине разрешающей способности галогенсеребряные светочувствительные материалы намного превосходят цифровые технологии. В цифровых технологиях РС не зависит от светочувствительности ПЗС, а зависит от размеров датчиков и их плотности, т.е. от пикселей. Но, учитывая то, что размеры графических деталей, штрихов текста намного больше размеров пикселей на ПЗС цифровые технологии не влияют заметно на качество репродуцируемых документов и могут успешно использоваться для копирования и оцифровывания угасающих текстов и изображений.

Таблица 4

Разрешение сканирования, дискретизация, светочувствительность, разрешающая способность

Разрешение, ррi	Размер пикселей, мм	S, ГОСТ	РС, Лин / мм
100	0,254	1	1000
200	0,127	2-5	250-500
300	0,085	10-15	150-200
400	0,062	32	150

600	0,042	64	100
1200	0,021	100	80
2400	0,010	400	50

2.4. Способность воспроизведения тоновых изображений

Архивный документ содержит текстовую и графическую информацию, в которой имеются как детали, так и тоновые градации. Таким образом, текст можно относить к тоновым объектам.

Задача репродукционного процесса состоит в том, чтобы правильно воспроизвести градацию яркостей объекта. Верное воспроизведение тонов достигается тогда, когда выполняется равенство:

$$\gamma_{\text{нег}} \cdot \gamma_{\text{поз}} = 1,$$

где $\gamma_{\text{нег}}$ – это гамма негатива, т.е. величина коэффициента контрастности негатива, а $\gamma_{\text{поз}}$ – коэффициент контрастности позитива.

Способность воспроизводить тона зависит от характеристической кривой (ХК) негативного и позитивного фотоматериала, рис. 19. ХК на рисунке содержат прямолинейные участки, где яркости оригинала соответствуют прямо пропорционально плотностям фотографического изображения D . Угол наклона прямолинейного участка ХК характеризует контраст фотографического изображения, который численно выражается тангенсом угла наклона ХК к оси логарифмов экспозиций $\lg H$, т.е. коэффициент контрастности γ равен:

$$\gamma = \Delta D / \Delta H.$$

Выбирая фотоматериал с высоким коэффициентом контрастности, можно повышать видимость угасающих архивных документов, имеющих малый интервал яркостей текстовых и графических изображений.

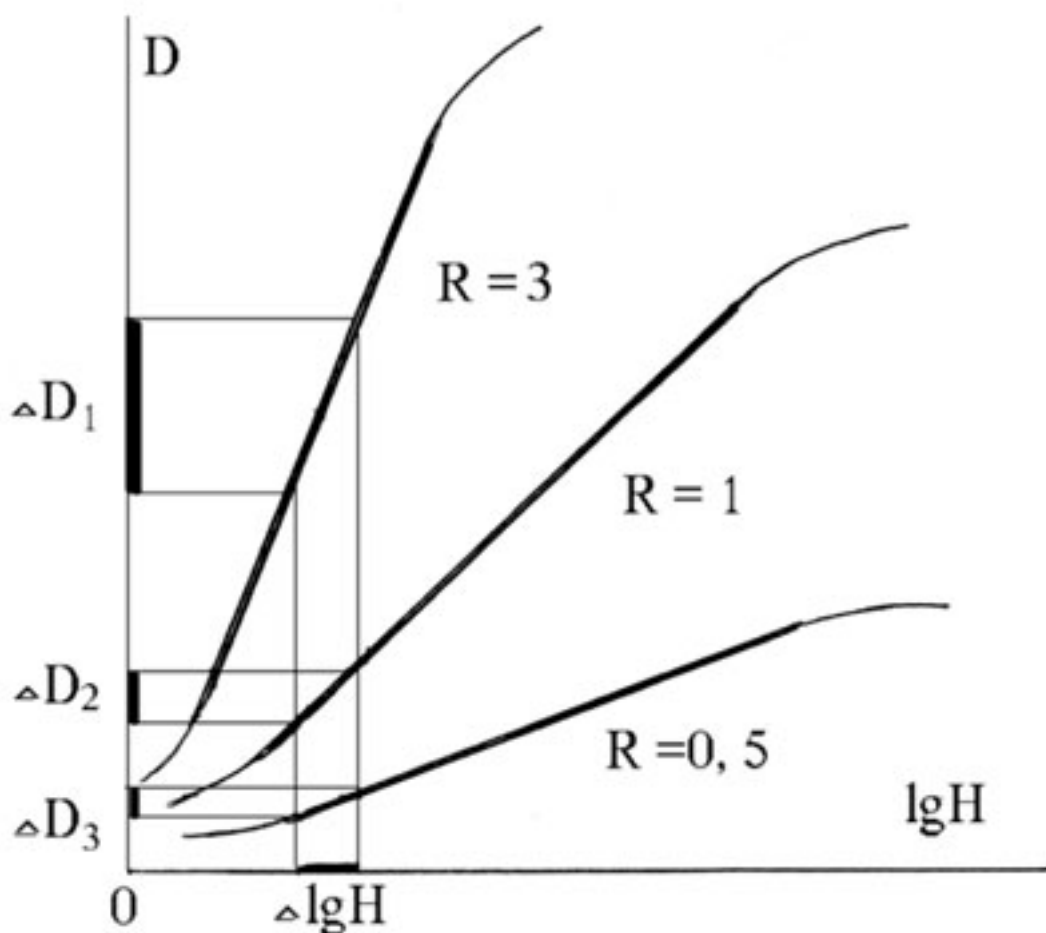


Рис.19. Влияние формы ХК на воспроизведение тонов.
 ΔH - соответствует интервалу яркостей на оригинале, а ΔD_1 , ΔD_2 и ΔD_3 - интервалу плотностей на негативе, полученных на контрастных, нормальных и мягких материалах.

Таким образом, в аналоговых технологиях на основе галогенидов серебра способом восстановления малоcontrastных текстов или фотоснимков является репродукционная съемка документов на высококонтрастные негативные и позитивные фотоматериалы.

В отличие от аналоговой в цифровой фотографии передача тонов зависит не от формы характеристической кривой ХК а от уровней квантования сигнала яркости, отраженного оригиналом. Способность сканера или фотокамеры передавать полутона изображений в одном из каналов (красном К, зеленом З, синем В) в закодированной двоичной системе счисления зависит от разрядности n и определяется выражением $m = 2^n$, где m - это число уровней яркостей, которые светочувствительный сенсор сканера способен распознать. При 8-битовом кодировании, которое, как правило, используется на современных приборах, сканер может передать 256 градаций тонов ($2^8 = 256$).

Сопоставляя свойства галогенидосеребряных материалов, установлено, что для передачи тонов изображения, содержащего 64 градации, которые глаз способен различать, требуется группировка из 250 микрокристаллов, имеющая длину грани около 13 мкм [19]. В то время как в цифровой фотографии даже один пиксель может различать значительно большее число градаций интенсивности света или насыщенности цвета в зависимости от уровней квантования сигнала. Например, при разрядности 8, 10, 12 бит соответственно различается 256, 1024, 4096 градаций.

Таким образом, возможности цифровых технологий по способности воспроизводить тона вводными сенсорными приборами ПЗС по сравнению с фотоматериалами намного больше. Однако при выводе изображений с помощью печатающих устройств количество

воспроизводимых тонов N зависит от разрешающей способности принтера P , линейной плотности раstra l и определяется по формуле $N = (P / l)^2 + 1$, смысл которой ясен из рис. 20 [20 стр. 186].

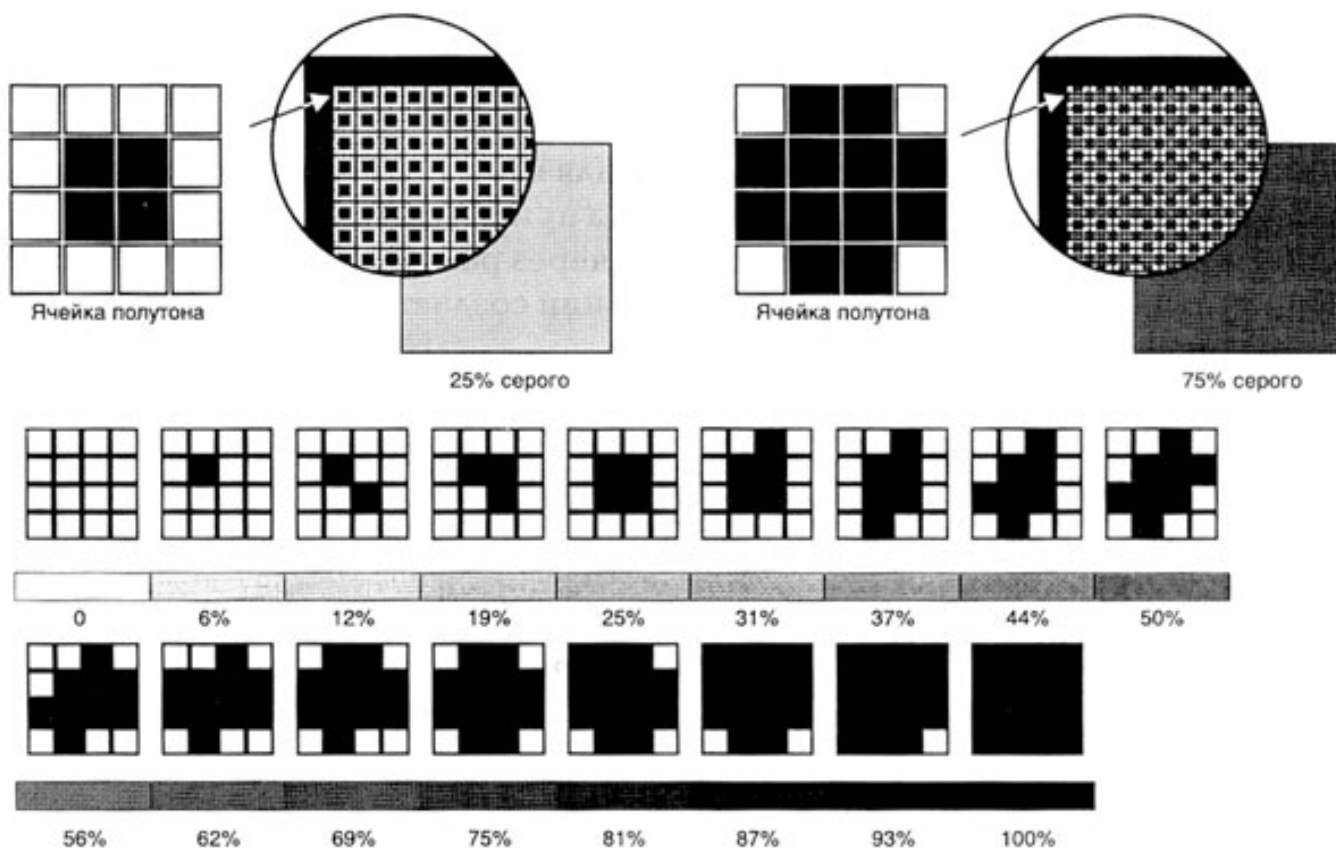


Рис. 20. Представление растрованного изображения в запечатываемых растровых точках.

На рисунке схематично показаны растровые точки [21] от 0% до 100%, которые конструируются из мелких пятен, которые обозначены на растровых точках квадратиками [45]. Размер этих точек зависит от разрешения принтера. PC.

В типичном случае в матрице растровой точки может разместиться 256 пятен (16 x 16), которые могут сформировать 256 уровней яркости изображения, что вполне достаточно для воспроизведения тонов поскольку глаз не различает более, чем 64 тона. В таблице 5 приведено какое количество тонов N можно передать в зависимости от разрешения принтера P и линейной плотности l .

Таблица 5

l раstra, dpi	Разрешающая способность принтера, dpi				
	300	600	1200	2400	3200
65	21	85	256	256	256
85	12	50	199	256	256
100	9	36	144	256	256

120	6	25	100	256	256
150	4	16	64	256	256
175	3	12	47	188	256
200	2	9	36	144	256

2.5. Фотографическая широта, динамический диапазон, контрастная чувствительность

Фотографическая широта L в галогенидосеребряной фотографии определяет интервал полезных экспозиций, соответствующих прямолинейному участку ХК. Чем меньше диапазон L , тем круче ХК и выше коэффициент контрастности, а значит и контрастная чувствительность фотоматериала, т. е. его способность различать слабые по плотности D детали угасающих изображений документов. Максимальную контрастную чувствительность можно получить на фотослое, ХК которого имеет прямолинейный участок с углом наклона к оси IgH , равным 90° . Тогда любая деталь даже самой малой плотности будет усиливать до величины D_{\max} . При этом фотографическая широта $L = \Delta IgH \rightarrow 0$. Практически материалов, имеющих вертикальные характеристические кривые, не существует. Но можно к ней стремиться, проводя многократное перекопирование изображений, поскольку по правилу Гольдберга коэффициент контрастности многократно растет [42 С. 131, 46].

При многократном контратипировании на высококонтрастные фотоматериалы итоговое изображение будет зашумлено мешающими восприятию текстовой и графической информации деталями структуры бумаги и помех на фоне.

Способность сенсорных фотоприемников сканеров и цифровых камер различать переходы между смежными тонами на изображении характеризуется динамическим диапазоном. Динамический диапазон он как бы адекватен фотографической широте L , но определяет интервал плотностей между самым темным и самым светлым полем на оригинале, иначе он определяет диапазон уровней яркостей. Поэтому в логарифмическом виде динамический диапазон можно представить равным $Ig2^n$, где n – разрядность представления цвета. В таблице 6 ниже приводится зависимость динамического диапазона от глубины цвета n .

Таблица 6

Глубина цвета на канал, бит, n	8	10	12	14	16
Динамический диапазон	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
Контрастная чувствительность	0,009	0,003	0,0009	0,00025	0,00007

В нижней строке таблицы обозначена контрастная чувствительность, как частное от

отделения разрядности n на динамический диапазон. С увеличением разрядности квантования сигнала n растет контрастная чувствительность, которая равна одному уровню яркости. При 8-битном квантовании она равна $1/256$ доли входного сигнала. На рис. 21 изображен увеличенный фрагмент цифрового изображения, содержащего 2 пикселя, имеющие уровни яркости в красном канале 120 и 121 (обведено пунктиром). Они отличаются на одну ступень сигнала. Эти пиксели визуально не различаются. На изображении справа фрагмент цифрового изображения усилен командой Уровни. Уровни яркости соседних пикселей стали значительно отличаться, например, в красном канале на 120 уровней.

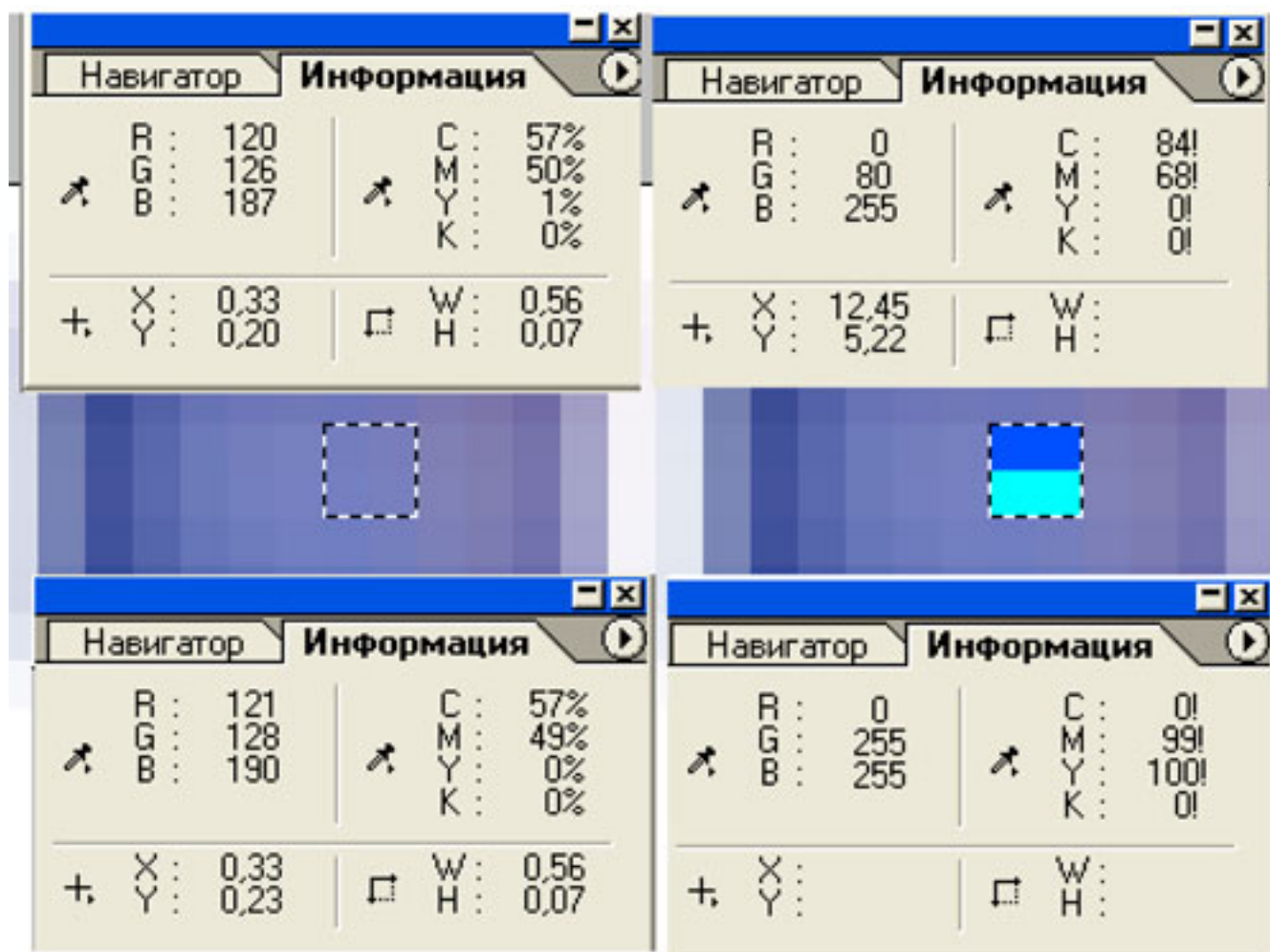


Рис. 21. Пример усиления не различимых визуально изображений двух пикселей командой Уровни графического редактора Photoshop.

В аналоговых технологиях определить порог контрастной чувствительности по плавной ХК не представляется возможным. Поэтому это можно сделать с помощью тест-объекта изображенного на рис. 12. В результате репродукционной съемки на высококонтрастную фотопленку в выделенной эллипсом области, достаточно четко усиливается текст с оптической плотностью $D = 0,05$ до плотности $D = 0,60$, см. рис. 22.

Из приведенных практических примеров очевидно преимущество цифровых технологий при восстановлении угасающих текстов документов по эффективности процесса и его трудоемкости.



Рис. 22. Пример усиления угасающего текста путем репродукционной съемки на высококонтрастную фотопленку в красной области спектра.

2.6. Способность воспроизведения цветных угасающих документов

Как уже отмечалось в разделе 1.2 точно воспроизвести цвет объекта съемки невозможно из-за того, что основные краски Ж, П, и Г, образующие цветные изображения, не являются идеальными так как они поглощают свет не в одной основной зоне (К, З, С), но еще и в других. В результате этого в изображении наблюдается избыток или недостаток одних или других красок.

Точно восстановить цвет изображений угасающих документов, тем более, еще больше усложняется.

Для сравнительного анализа аналоговых и цифровых технологий по восстановлению угасающих цветных документов используются искусственно состаренный шестипольный цветной тест-объект из раздела 1.2 (рис. 6). На рис. 23 шестипольная шкала с недостатком желтой и пурпурной красок была восстановлена по цвету в графическом редакторе Photoshop. Выполнить такие же действия с помощью репродукционной съемки на галогенидосеребряные фотоматериалы весьма сложно из-за большой трудоемкости, связанной с необходимостью применения многостадийного негативного и позитивного процесса, химической обработки материалов и дорогостоящего оборудования. При восстановлении цветных угасающих изображений необходимо решать две задачи: реанимировать цвет и одновременно повысить контраст деталей. С помощью аналоговых технологий это сделать не представляется возможным из-за того, что для повышения контраста могут применять только черно-белые фотоматериалы.

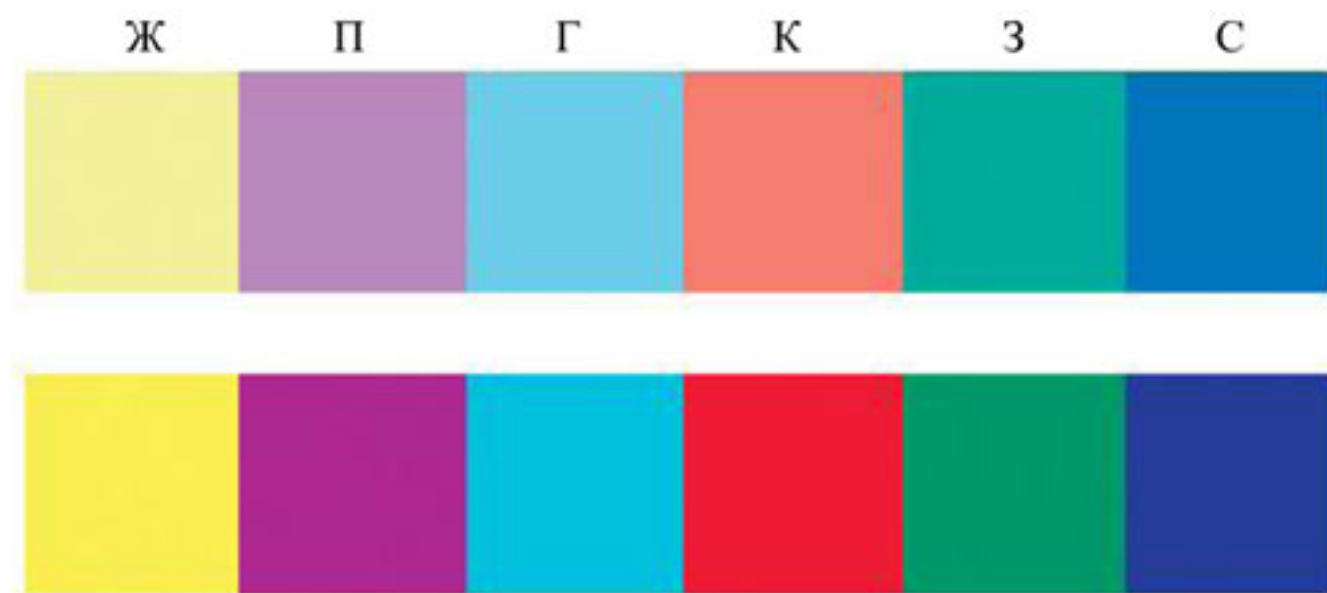


Рис. 23. Восстановление цветов на изображении искусственно состарившей шестипольной шкалы.

Наверху оригинал. Внизу восстановленная по цвету шкала.

2.7. Корректирование архивных документов по тону, цвету, резкости и компенсированию дефектов

Градационные преобразования черно-белых фотоснимков в галогенидосеребряной фотографии производится с помощью многочисленных методов маскирования [16, 26, 50]. Практическое применение нашли те из них, которые могут быть реализованы на обычном фотолабораторном оборудовании и не требуют больших затрат.

Маскированием в репродукционном процессе называется преобразование градационных свойств и краевой резкости изображения в желаемом направлении путем наложения на корректируемое маскового изображения. Корректируемым может быть как документальный оригинал (фотоснимок, слайд, рисунок, рукопись и т.п.), так и его копия (негатив, оптическая проекция).

По способу получения маскового изображения методы маскирования можно разделить на механические, фотомеханические, оптические, химико-фотографические и электронные.

Оптические способы маскирования используют в работе маски-оттенители и диффузоры, которые вводятся в световой поток проецируемого оптического изображения на фотоувеличителях. Они позволяют локально изменять градацию тонов, смягчать четкость или повышать резкость деталей, а в целом и видимость изображений.

В фотомеханических способах применяют внешнее маскирование и внутреннее. При внешнем маскировании масковое изображение изготавливается с оригинала, первичного негатива или его позитива. Оно может накладываться на оригинал, негатив или позитив. Маски, выравнивающие диапозитивные, регулируют градацию по всему полю изображения. Маски светов увеличивают градиент в светлых тонах. Маски теней, напротив, повышают контраст темных деталей. Нерезкая маска – это диапозитивное небольшой плотности нерезкое изображение изготавливается с первичного негатива и совмещается с ним. Она одновременно улучшает градационную передачу плотностей и краевую резкость деталей.

Внутреннее маскирование отличается от внешнего тем, что оно не требует дополнительного расхода материалов и времени. Для этого служат специальные светочувствительные слои, в

которых наряду с основным образуется масковое изображение. Это достигается применением фотоматериалов с разной светочувствительностью, контрастностью или спектральной чувствительностью.

Маскирование в процессе химико-фотографической обработки материалов наряду с увеличением общей плотности повышают коэффициент контрастности, что не всегда выгодно. Градация тонов регулируется степенью отбеливания и чернения галогенидов серебра. Изменить градацию фотоснимка можно с использованием эффекта Сабатье или специальных химических методов в Голокопии [37].

Фотографические методы маскирования сопоставлены в таблице 7.

Таблица 7

Методы градационного маскирования

№№ пп	Способы	Тип массового изображения	Необходимое оборудование	Возможности способа
1.	Механические	Фигурные маски- оттенители	Фотоувеличител и	Локальное регулирование градации
2.	Фотомеханическ ие	Маска на фотопленке, внутри слоя	Фотокамеры, спецпленки	На всем диапазоне плотностей
3.	Оптические	Изображение проекции на экране	Фотоувеличител и	Усиление контраста
4.	Химические	Специально проявленная маска в слое	Фотоматериалы, химикаты	Регулирование контраста, резкости

Корректирование дефектов на архивных документах в аналоговых технологиях производится с помощью ручной ретуши [47], требующей применения кистей, карандашей, красок, художественных навыков и большого времени.

В цифровых технологиях корректирование тона, цвета, резкости и компенсирования дефектов (пятен, грязи, дефектов от структуры бумажного носителя и пр.) осуществляется с помощью инструментов и команд графического редактора, например, программы растровой графики Photoshop. Ретушь производится в масштабе реального времени в достаточно комфортных условиях. Легко решаются задачи по градационному корректированию угасающих текстов и изображений, компенсированию дефектов по полю изображения, дифференциации изображений цветокоррекции, тонирования [48].

Изменение градации фотоснимков, текстов осуществляется такими командами как Яркость и Контраст, Уровни, Кривые. В неограниченных пределах можно варьировать диапазоном уровней яркостей, сжимать и растягивать их. Можно управлять формой градационной кривой практически неограниченно и наблюдать результат коррекции на экране монитора. На рис. 24 приведены некоторые примеры варьирования градационной кривой и показано как трансформируется при этом серая шкала.

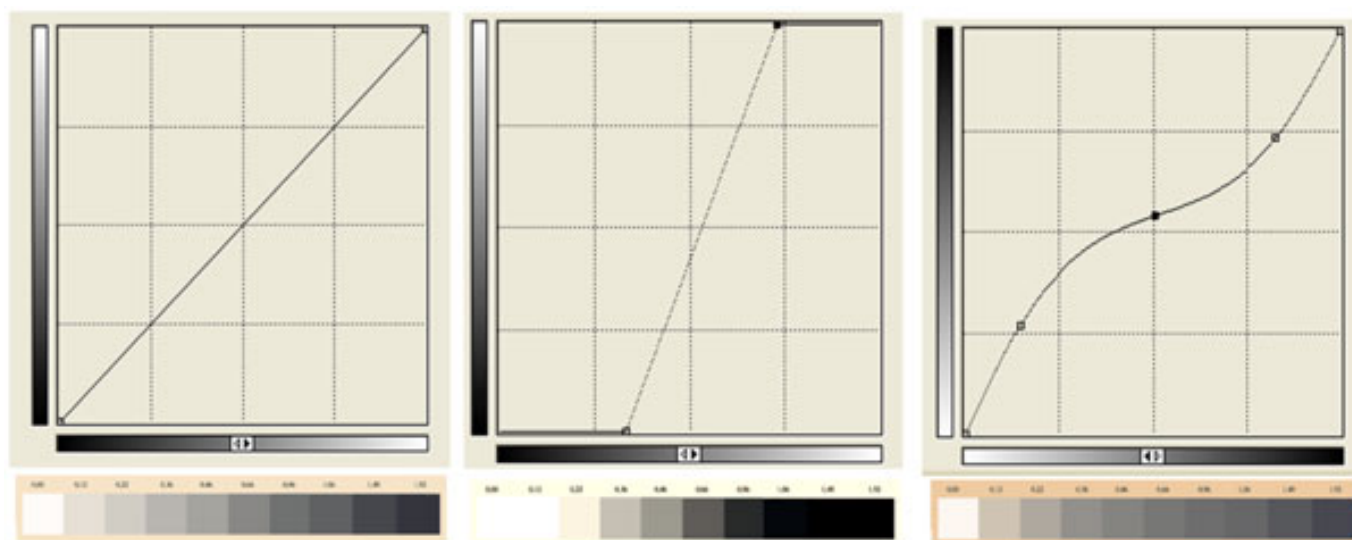


Рис. 24. Примеры трансформирования градационной кривой.
Слева на рисунке кривая соответствует линейной передаче градации без изменения контраста оригинала.
В центре рисунка кривая характеризует линейную передачу с увеличением контраста оригинала.
Справа на рисунке градационная кривая соответствует изображению с увеличенным градиентом в светах и тенях изображения.

Компенсация дефектов по полю изображения, и их компьютерная ретушь, осуществляется различными инструментами выделения проблемных объектов, требующих их обработки, и рисования с применением кистей, карандашей, осветлителей, затемнителей, инструмента клонирования и пр. Дифференциация изображений, их разделение и стирание различающихся по цветовому тону, производится выбором соответствующего цветоделенного канала в моделях RGB и CMYK в масштабе реального времени путем предварительного просмотра результатов на экране монитора.

Для цветокоррекции служат команды Цветовой баланс, Цветовой тон / Насыщенность, Варианты. Тонирование изображения – придания ему необходимого цвета производится командой Цветовой тон /Насыщенность в режиме Мастер. На рис. 25 приведены примеры корректирования восстановления текстов и изображений в среде графического редактора.

/ Оружие сильно зат
винтовка СВ № 4666
ржавая.
В резервном гарниз
рительном состоянии
и /Руч.пулеметчик
андир роты Лейтенан
уктора использует
оскву для приобрете
полнения своих неп

/ Оружие сильно зат
винтовка СВ № 4666
ржавая.
В резервном гарниз
рительном состоянии
и /Руч.пулеметчик
андир роты Лейтенан
уктора использует
оскву для приобрете
полнения своих неп



различные с-явно
по краскам и на
Авдеев Орлеке туа
Кеней по-журнось
Офудинге Вокри
и иноринтрай Кель
напоисенид Канре
и элеме но-пр
пильной ледант
Селуи и дурно

различные с-явно
по краскам и на
Авдеев Орлеке туа
Кеней по-журнось
Офудинге Вокри
и иноринтрай Кель
напоисенид Канре
и элеме но-пр
пильной ледант
Селуи и дурно

Рис. 25. Примеры восстановления и корректирования дефектов документов в среде графического редактора Photoshop.

3. Сравнение показателей основных свойств аналоговых и цифровых технологий

В качестве основных показателей, характеризующих эффективность репродукционных процессов при восстановлении угасающих текстов, изображений архивных документов, выбраны:

1. Светочувствительность фотоприемников (галогенидосеребряные материалы и приборы с зарядовой связью).
2. Контрастная чувствительность, т.е. способность репродукционного процесса различать минимальный разностный порог деталей на границе смежных плотностей. Например, минимальную еще различимую плотность текста от плотности фона на бумажном носителе.
3. Спектральная чувствительность в оптическом диапазоне. Чем шире ее диапазон, тем больше возможностей при воспроизведении документов с их разными оптическими свойствами по способности избирательно поглощать или отражать падающий на них световой поток.
4. Способность систем возбуждать и регистрировать люминесцентное свечение. Например, штрихов текста. Использование этого оптического явления в определенных условиях позволяет восстанавливать невидимые тексты документов.
5. Возможность корректирования градационных переходов тонов, помех (пятен, перепадов плотностей и пр.) и цветокоррекции изображений документов. Она не только улучшает восприятие документов, его удобочитаемость, но и способствует выявлению важных деталей.
6. Трудоемкость по времени и удобство в работе в зависимости от выполняемых операций. Этот показатель влияет на производительность труда, что весьма важно при работе с большим массивом документов.
7. Разрешающая способность (РС) выражается числом отдельно передаваемых фотоприемником линий на единицу длины, миллиметр, дюйм. Она также характеризует РС всей репродукционной системы, например, репродукционный аппарат – фотоприемник. Чем РС выше, тем более мелкие детали способна воспроизводить данная технология.
8. Информационная емкость носителя информации показывает, например, плотность записи буквенных знаков или числа бит/мм² в двоичной системе счисления кодирования с шахматным расположением элементов или числа пикселей на единице длины или площади матрицы.

9. Сохранность измеряется в годах и определяет способность носителя сохранять, имеющуюся на нем информацию, при определенных условиях окружающей среды и его физико-химической структуры.

Показатели основных свойств аналоговых и цифровых технологий восстановления угасающих текстов и изображений приведены в таблице 8.

В таблице приводится время выполнения тех или иных операций, как аналоговыми технологиями, так и цифровыми в наиболее типичных случаях, которые встречаются наиболее часто. При корректировании достаточно проблемных документов, содержащих огромное количество дефектов, время выполнения работы по корректированию изображения может многократно возрастать.

Таблица 8

Основные показатели, характеризующие свойства аналоговых и цифровых технологий

№ п.п.	Показатели	Аналоговые		Цифровые	
			η^*		η^*
1.	Светочувствительность, S Ед. ГОСТ, max	800	1	800	1
2.	Разрешающая способность РС, мм ⁻¹	100-900	10	Сканера 10-100 Принтера 3-10	0,1
3.	Контрастная чувствительность, ΔD	0,03-0,05	0,5	При n 8 = 0,01 и n 10 = 0,003	2-3
4.	Фотографическая широта, $\Delta \lg H$ на фотоснимке, max	1,6	0,7 1	2,4 на экране 1,6 на бумаге	1,5
5.	Спектральная чувствительность, нм	200-1000	2	400-800	0,5
6.	Возбуждение и регистрация люминесценции	+		-	

7.	Корректирование тонов, помех и шумов, время	часы	≈0,02	минуты	≈50
8.	Цветокоррекции	-		+	
9.	Трудоемкость, время	часы	≈0,02	минуты	≈50
10.	Комфортность в работе	В условиях лаборатории	-	В условиях кабинета	+
11.	Технико-экономические затраты	Высокие		Небольшие	

η* - В этой графе приводятся цифры эффективности показателя η как отношение аналоговых технологий к цифровым технологиям, и наоборот цифровых технологий к аналоговым технологиям.

Из таблицы наглядно видно, что цифровые технологии уступают аналоговым технологиям по разрешающей способности, особенно, при выводе изображений на бумажный носитель. Тем не менее, ее вполне достаточно для работы с архивными документами, содержащими текстовую и графическую информацию. На внешних электронных носителях РС приближается к фотографическим материалам общего назначения.

Заметно уступают цифровые технологии по спектральной чувствительности. Отсутствует чувствительность линеек и матриц ПЗС в УФ- и ИК-спектрах, а также способность возбуждать и регистрировать люминесцентное свечение угасших текстов, исполненных цветными чернилами. Однако такие документы встречаются весьма редко. Как правило, приходится работать в видимой области спектра в диапазоне 400-800 нм. Здесь показатель эффективности η цифровых технологий превосходит аналоговые технологии на порядок или в несколько раз. Аналоговые технологии по сравнению с цифровыми технологиями неконкурентны при проведении градационной и цветовой коррекции, трудоемкости и комфортности в работе.

4. Технологические схемы решения задач восстановления угасающих текстов и изображений документов

4.1. Классификация архивных документов по оптико-фотографическим, репродукционным и технологическим свойствам

Деление документов на идентификационные группы по их признакам проводилось на текстовые и фотодокументы, цветные и ахроматические, требующие репродукционной съемки на отражение и просвет. Ниже приводится классификационная схема.

Документы	
Текстовые	Фотодокументы
Текстовые документы с развитой поверхностью, мешающей восприятию информации Ахроматические черно-белые тексты на белом и цветном фоне Документы, содержащие тексты с цветным оттенком Документы, требующие УФ- и ИК-съемки, возбуждения и регистрации люминесценции	Черно-белые фотоснимки Цветные фотоснимки Черно-белые негативы и слайды на прозрачной основе Цветные негативы и слайды на прозрачной основе Фотоснимки, требующие съемки в ультрафиолетовых лучах

На схеме отдельной группой выделены документы, требующие репродукционной съемки в УФ- и ИК-спектрах, возбуждения и регистрации люминесценции. Такие угасающие документы визуально, как правило, идентифицировать с целью выбора способа их восстановления не представляется возможным. Поэтому их идентификация устанавливается проведением диагностических исследований с помощью соответствующих приборов [32 стр. 12].

Представляют особое внимание документы на бумажной основе с сильно развитой поверхностью, мешающей восприятию, и поэтому требующих специальных технологий их освещения во время репродукционной съемки [49].

4.2. Технологии восстановления угасающих текстов и изображений документов по их идентификационным признакам

Все идентификационные группы угасающих документов за исключением блока документов, требующих применения УФ- и ИК-диапазона спектра, возбуждения и регистрации люминесценции, с экономических соображений и уменьшения трудоемкости целесообразно восстанавливать цифровыми технологиями. При использовании УФ- и ИК-спектров применяются аналоговые технологии и их сочетание с цифровыми технологиями.

4.2.1. Общая схема восстановления угасающих ахроматических, черно-белых текстов документов - основного массива фондов

Необходимое оборудование и материалы

Сканер, цифровая фотокамера высокого разрешения с разрядностью 24 бит и более. Компьютерные компоненты: наличие CD-ROM для установки программ, операционная система Windows (последние версии), записывающий диск CD-RW для сохранения архивирования и передачи графических файлов, Центральный процессор как минимум Intel Pentium последних версий, оперативная память (Гб, RAM), свободное дисковое пространство 1-2 Гб, видеопамять не менее 8 Мб. Монитор с экраном не менее 17 dpi, размер зерна не более 0,24 мм. Лазерный черно-белый и цветной принтеры формата А4 и А3. Бумага и фотобумага для принтеров. Графические программы растровой графики и векторные программы желательно фирмы Adobe Photoshop. Электронные носители, лазерные диски CD-R, CD-RW.

Технологическая схема

- Сканирование. При сканировании текстовое изображение оцифровывается и вводится в компьютер. Предварительное сканирование позволяет корректировать изображение по тону, цвету и контрасту.
- Вывод изображения на экран монитора.
- Открытие документа на рабочем столе графической программы.
- Обработка слабоконтрастного изображения текста командами и инструментами графической программы. Если текст нанесен на цветном бумажном носителе или на нем имеются цветные дефекты (пятна и пр.), то лучше работать в одном из каналов RGB или CMYK.
- Сохранение растрового файла обработанного документа и вывод его на внешний электронный или бумажный носитель печатанием на принтере.

4.2.2. Отличие и особенности восстановления других групп документов

Восстановление угасающих текстовых документов, исполненных красителями с цветным оттенком

Эта группа отличается от рассмотренной группы ранее тем, что обработку оцифрованных документов рекомендуется проводить в соответствующем канале цветовой модели RGB или CMYK. При этом канал должен быть по цвету дополнительным к цвету текста.

Текстовые документы с развитой структурой поверхности бумажного носителя

Восстановление этой идентификационной группы отличается тем, что вместо операции сканирования производится съемка цифровой фотокамерой. При репродукционной съемке применяется бестеневое диффузно-рассеянное освещение, которое устраняет негативное влияние сильно развитой структуры бумажного носителя на качество воспроизведения текстовой и графической информации [49].

Угасающие черно-белые и цветные фотоснимки после их оцифровки обрабатываются командами и инструментами графической программы, повышающие контраст и обеспечивающие правильное воспроизведение тона и цвета. Применяются команды Яркость и Контрастность, Уровни, Кривые, Цветовой баланс, Цветовой тон/Насыщенность, Варианты.

Черно-белые и цветные негативы и слайды на прозрачной пленочной основе оцифровываются на слайд - сканерах, позволяющие освещать объект на просвет. Обработка оцифрованных негативов и слайдов производится растровыми графическими редакторами так же, как и черно-белых и цветных фотоснимков.

4.2.3. Восстановление угасающих текстов и изображений аналоговыми технологиями в УФ- и ИК-диапазонах спектра

Необходимое оборудование и материалы

Репродукционный аппарат. Формат кадрового окна 6 x 9 см и более. Ультрафиолетовый и

инфракрасный объективы. Если таковых нет, то необходима поправка при наводке на резкость. Светофильтры (Набор «Стекло оптическое»). Фотоувеличитель формата 6 x 9 см и более Контактно-копировальный станок Инструменты для ручной ретуши. Прибор сушки и глянцеваания фотоснимков. Кюветы и ванночки для промывки и химико-фотографической обработки. Сушильный шкаф. Фотопленка разной контрастности. Фотобумага разной контрастности. Химикаты для составления растворов. Темные и светлые комнаты.

Технологическая схема репродукционного процесса

Репродукционный процесс изготовления фотоснимка состоит из негативной и позитивной стадий.

Негативный процесс

Подготовка документа, съемка и экспонирование фотоматериала. Проявление промывка и фиксирование экспонированной фотопленки. Окончательная промывка негатива, контроль и его сушка.

Позитивный процесс

Помещение негатива в кадровое окно увеличителя и подготовка к экспонированию. Кадрирование и помещение фотобумаги в кадрировочную рамку. Экспонирование. Проявление, промывка, фиксирование и окончательная промывка. Сушка и глянцеваание фотоснимка.

Фотоснимки восстановленных угасающих документов, как правило, содержат многочисленные дефекты в виде пятен, неравномерности, грязи и другие мешающих восприятию информации дефекты. Поэтому они нуждаются в обработке изображения. Корректирование с помощью фотомеханического маскирования и ручной ретуши [26, 47] весьма трудоемко и не всегда эффективно. Такие фотоснимки целесообразно оцифровывать на сканерах и осуществлять последующее корректирование в среде графических редакторов. Сочетание аналоговых и цифровых технологий в этих случаях приводит к максимально достижимому эффекту и качеству восстановления информации.

5. Лаборатории восстановления угасающих текстов и изображений архивных документов

5.1. Цифровая лаборатория

Организация цифровой лаборатории для работы с угасающими документами не представляет каких-либо особых трудностей при наличие в архивах в настоящее время современных сканеров, принтеров и компьютеров. Необходимое оборудование и программное обеспечение всегда можно приобрести. Поэтому для того, чтобы лаборатория практически функционировала, необходимо наладить обучение сотрудников архивов овладению работы с графическими программами, позволяющими эффективно проводить обработку изображений угасающих документов.

На рис. 26 приводится план цифровой лаборатории с необходимым оборудованием.

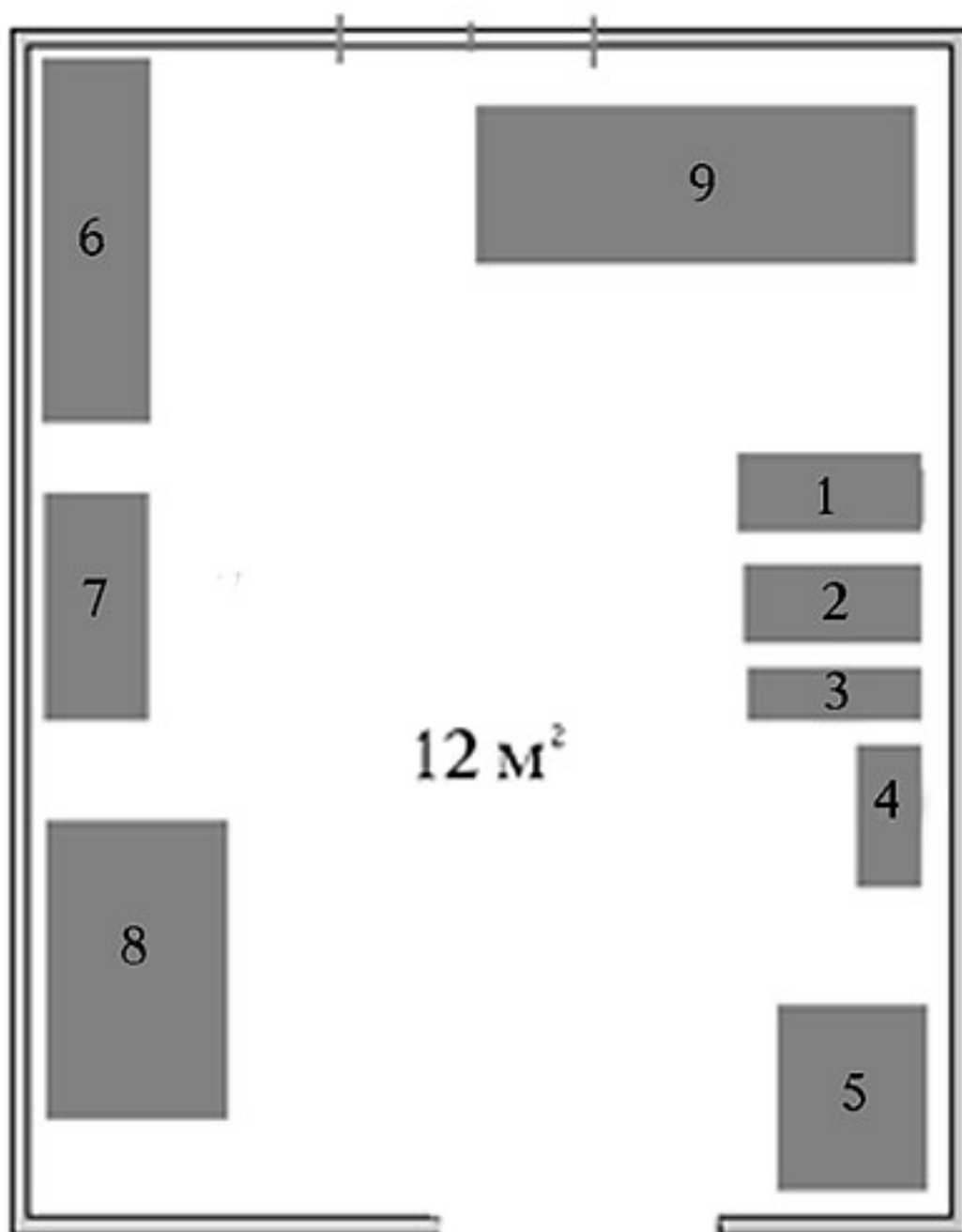


Рис. 26. План цифровой лаборатории. Общая площадь 12 м².

1. Сканер. 2. Принтер. 3. Компьютер. 4. Монитор. 5. Шкаф для бумаги и внешних электронных носителей (лазерные диски, дискеты). 6. Шкаф для хранения документов и справочной литературы. 7. Стол с приборами для диагностики и исследования документов в видимой, ультрафиолетовой, и инфракрасной области спектра, возбуждения и регистрации люминесценции. 8. Репродукционная установка с цифровой камерой.

Репродукционная установка с цифровой камерой необходима для работы с документами, требующие их съемки при диффузно-рассеянном, зеркально-отраженном освещении или при освещении под малыми углами к поверхности документа. Конструкция планшетных сканеров не позволяет обеспечить такие условия освещения документов.

Приборы диагностики оптических свойств изображений документов позволяет провести предварительное исследование и выбрать наиболее эффективный способ восстановления угасающей информации на документе.

5.2. Лаборатория на основе галогенидосеребряной фотографии

Аналоговые технологии в отличие от цифровых позволяют восстанавливать угасающую информацию документов не только в видимой области спектра, но и в УФ- и ИК-диапазонах спектра, возбуждать и регистрировать люминесценцию, которая применяется в тех случаях, когда восстановить информацию другими способами не представляется возможным. На рис. 27 приводится план фотолaborатории.

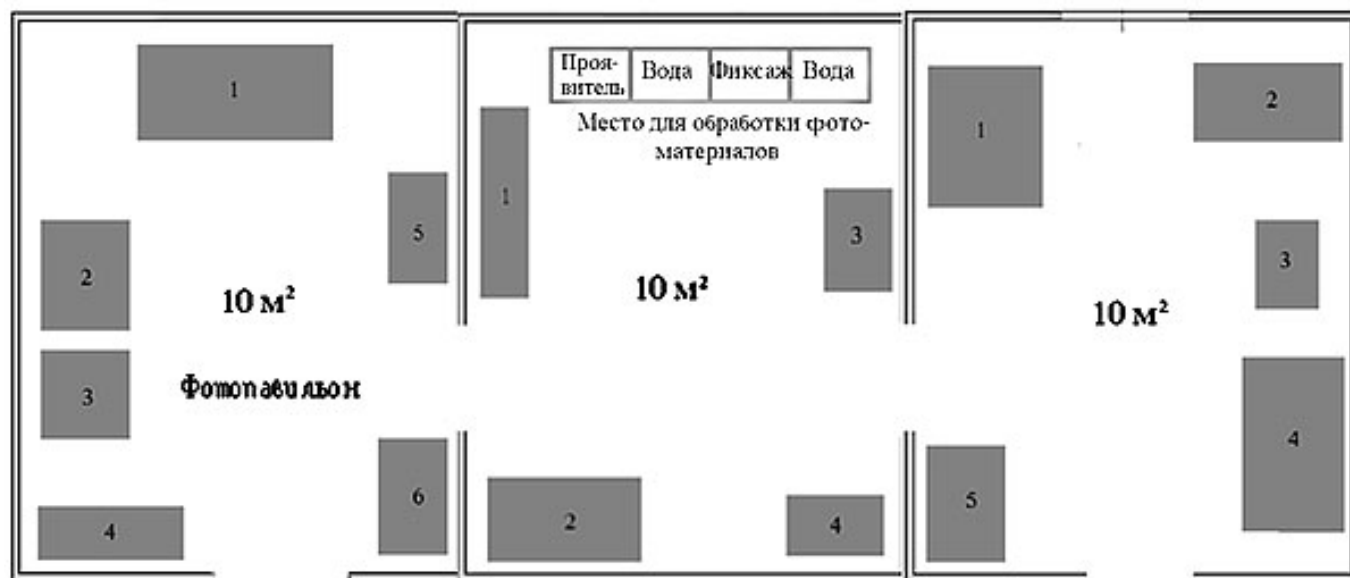


Рис. 27. План Фотолaborатории на галогенидосеребряных процессах.

Фотолaborатория состоит из фотопавильона (темная комната), помещения для химико-фотографической обработки и печати фотоснимков (темная комната), помещения для составления растворов проявителя, фиксажа, усилителей ослабителей, сушки и отделки фотоснимков, а также для производства ручной ретуши.

В фотопавильоне находится крупноформатная репродукционная фотокамера (1) форматом кадра 13x18 см. 2. Стол для размещения диагностических приборов: светофильтров, источника излучения УФ-диапазона спектра, прибора для наблюдения в ИК-диапазоне спектра, прибора для возбуждения и наблюдения люминесцентного свечения. 3. Контактнокопировальный станок. 4. Шкаф для документов. 5. Фоторепродукционный аппарат 24x36 мм. 6. Шкаф для фотоматериалов.

Помещение для печати фотоснимков содержит участок для химико-фотографической обработки экспонированных материалов. 1. Шкаф для фотоматериалов. 2. Фотоувеличитель 13x18 см. 3. Сушильный шкаф. 4. Фотоувеличитель форматом кадра 24x36 мм.

В светлой комнате находится: 1. прибор для сушки и глянцеваания фотоснимков. 2. рабочий стол. 3. Стол для ретуши. 4. Лабораторный стол для составления химических растворов: проявителя, фиксажа, усилителей и ослабителей. 5. Шкаф для химикатов.

Заключение

Проведенный сравнительный анализ показал, что в видимом излучении спектра в диапазоне 400–700 нм цифровые технологии по основным сенситометрическим показателям превосходят аналоговые технологии. При воспроизведении и корректировании тона и цвета,

трудоемкости и комфортности в работе, обработке и корректировке угасающей текстовой и графической информации документов цифровые превосходят аналоговые технологии по показателю эффективности η в десятки раз.

Некоторые задачи по корректированию тона и цвета с помощью аналоговых технологий не решаются вообще.

Цифровая лаборатория требует в несколько раз меньше производственной площади. Не требуется подведения горячей и холодной воды, проведения химико-фотографической обработки материалов. Для цифровой лаборатории достаточно комнаты примерно 12 м², а аналоговой необходимо три комнаты общей площадью не меньше, чем 30 м².

Аналоговые технологии превосходят цифровые по РС. При выводе изображений принтером на бумажный носитель РС меньше, чем 10 мм⁻¹. На фотоснимке РС может быть равна порядка 100–200 мм⁻¹. В тоже время надо иметь в виду, что для удобочитаемого восприятия мелких деталей штрихов текста, тонких линий рисунков разрешения, равного примерно 5–10 мм⁻¹, вполне достаточно. При этом информация на копии документа полностью сохраняется.

Галогенидосеребряные материалы обладают спектральной чувствительностью в диапазоне длин волн 200–1000 нм. Этот показатель позволяет исследовать и восстанавливать текстовую и графическую информации в УФ- и ИК-диапазонах спектра, возбуждать и регистрировать люминесценцию. В настоящее время работать в этой области спектра на сканерах и цифровых фотокамерах не представляется возможным из-за того, что фотоприемники – приборы с зарядовой связью, установленные на них, не чувствительны к ней.

Документов в АФ РФ, требующих восстановления текстовой и графической информации в УФ- и ИК-диапазонах спектра, возбуждения и регистрации люминесценции, относительно немного и они встречаются редко. Поэтому для работы с такими документами необходима организация специализированных лабораторий, оснащенных аналоговыми технологиями, например, в региональных центрах. Лаборатории, оснащенные цифровым оборудованием, целесообразно создавать во всех архивах РФ.

Список литературы

1. Несеребряные фотографические процессы. Под редакцией А.П. Картужанского. Л. Химия. 1984. 376 с.
2. Алфимов М.Я., Якушев О.Б. Фотохимическая стадия бессеребряного фотографического процесса. Успехи научной фотографии. 1978. Т. 19. С. 152.
3. Слуцкий А.А. Электростатическая фотография. М. Искусство. 1984. 128 с.
4. Чибисов К.В. Общая фотография. М. Искусство. 1984. С. 213.
5. Иванов Р.Н. Репрография. М. Советское радио. 1977. 384 с.
6. Шарыгин М. Сканеры и цифровые камеры. СПб. БХВ-Петербург. Арлит 2001. 384 с.
7. Народный принтер. Ж. КомпьюАрт. 1998. № 9. С. 48.

8. Принтер-2010. Ж. КомпьюАрт. 1998. № 9. С. 60.
9. *Малышев М.И., Балакирев А.Н.* Проведение исследовательских и экспериментальных работ по цифровому копированию архивных документов. РГНТД. 1998. 55 с.
10. Автоматизированная система обработки изображений. (АСОИз). НИЦКД.1984. 7 томов.
11. ВНИИДАД. РГАНТД. ЛРМД. ФА. Оцифровывание архивных документов. М. ВНИИДАД. 1998. 250 с.
12. *Харитонов А.Г.* Восстановление угасающих текстов и изображений архивных документов. М. Изд. «У никитских ворот». 2006. 129 с.
13. *Харитонов А.Г., Привалов В.Ф.* Изучение дефектов архивных документов на бумажной основе с низкой потенциальной долговечностью и разработка технологических регламентов по их устранению. ВНИИДАД. 2009. 87 с.
14. *Кепель А.А. и др.* Совершенствование методов фотореставрации документов со слабоконтрастным текстом. ВНИИДАД. М. 1980. 21 с.
15. Фотореставрация архивных документов. Руководство. ВНИИДАД. 1983. 151 с.
16. *Харитонов А.Г., Константинова Т.В., Кепель А.А.* Маскирование фотоизображений документов. ВНИИДАД. 1994. 55 с.
17. *Харитонов А.Г., Константинова Т.В.* Анализ дефектов архивных документов и выбор рациональных методов их фотореставрации. М. ВНИИДАД. 1998. 108 с.
18. *Василевский Ю.А.* Применение цифровой фотографии. Журн. научн. И прикладной фотографии. Т. 41. № 6. 1996. С. 28.
19. *Василевский Ю.А.* Принципы цифровой фотографии. Журн. научн. и прикладной фотографии. 1996. Т. 41. № 5. С. 36.
20. *Самарин Ю.Н.* Сканеры. КомпьюАрт. 2005. № 5. С. 48.
21. *Девид Блатнер, Глен Флейшман, Стив Рот.* Сканирование и растривание изображений. Изд. Эком. М. 1999. 383 с.
22. *Зернов В.А.* Фотографическая сенситометрия. М. Искусство. 1980. С. 176.
23. Репрография. Микрография. Тест-объекты для оценки качества изображения. ГОСТ 13.1.701-87.

24. *Вендровский К.В., Вейцман А.И.* Фотографическая структурометрия. М. «Искусство» 1982. С. 193.
25. *Име Р.* Репродукционная техника М. «Книга». 1985. С. 253.
26. *Харитонов А.Г.* Градационное корректирование черно-белых фотоснимков. Журн. научн. и прикладной фотографии. 1996. Т. 41. С. 60.
27. *Име Р.* Репродукционная техника. М. «Книга». 1985. С. 62.
28. *Шашлов Б.А., Щеберстов В.И.* Теория фотографического процесса. М. «Книга». 1965. С. 175.
29. Фотокинетика. Энциклопедия. М. Изд. Сов. Энциклопедия. 1981. С. 190.
30. Вавилов С.И. О теплом и холодном свете. М. Изд. АН СССР. 1949. 90 с.
31. *Петер Прингсгейм.* Флюоресценция и фосфоресценция. М. Изд. Иностр. Лит. 1951.
32. Стекло оптическое. Каталог. Набор образцов цветных оптических стекол.
33. *Эйсман А.А., Николайчик В.М.* Физические методы выявления невидимых текстов. М. Госюриздат. 1961. 240 с.
34. Пособие для экспертов. Фотографические и физические методы исследования вещественных доказательств. М. Госюриздат. 1962. 300 с.
35. *Эрастов Д.П.* Контроль технологических режимов в репродукционной технике выявления угасших изображений. Вопросы консервации бумаги и пергамента. АН СССР. М.-Л. 1962. С. 65.
36. *Блюмберг М.И.* Хранение, консервация и реставрация фотодокументов. Журн. научн. и прикладной фотографии. 1993. Т. №*. № 3. С. 41.
37. *Круг В. и Вайде Г.-Г.* Применение научной фотографии. М. Мир. 1975. 205 с.
38. *Кирилов Н.И.* Основы процессов обработки кинофотоматериалов. М. Искусство.1977.
39. *Щеберстов В.И., Уварова Р.М.* Фотохимия светочувствительных материалов полиграфической технологии. М. МПИ. 1978.

40. *Слуцкий А.А.* Микрофильмирование М. «Наука». 1990. 176 с.
41. *Саямов Э.А.* Средства воспроизведения и отображения информации. М. «Высшая школа». 1982. 335 с.
42. *Шашлов Б.А., Шеберстов В.И.* Теория фотографического процесса. М. «Книга». 1965. С. 181
43. Введение в голографию. Экспресс информация. Госниихимфото-проект 1971. № 8. 27 с.
44. Применение лазеров. Под ред. В.П. Тычинского. 1974. С. 13.
45. Разрешение по поводу разрешения. Ж. КомпьюАрт. 1998. № 1 С. 72.
46. *Гольдберг Е.* Образование фотографического изображения. Пер. с нем. под редакц. А.И. Рабиновича. Изд. «Огонек» 1929. С. 83.
47. *Карл Сюттерман.* Ретушь – когда и как. М. «Искус.» 1982. 120 с.
48. Ретушь – это просто почти как квантовая физика. КомпьюАрт. 1999. № 1. С. 54.
49. *Харитонов А.Г.* Разработка технологий компенсации негативного влияния структуры носителя документов на бумажной основе на качество воспроизведения информации. М. ВНИИДАД. 2011. 37 с.
50. *Фризер Х.* Фотографическая регистрация информации. «Мир». 1978. С. 264.

Опубликовано: 04.05.2013, последнее изменение: 05.05.2013

Источник: http://archives.ru/documents/methodics/obzor_restore-text-archival-document.shtml

Ссылки:

[1] http://archives.ru/sites/default/files/obzor_restore-text-archival-document.pdf

[2] <http://archives.ru/taxonomy/term/9>