

Г. А. ИСТОМИН

**РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ СЛОЕВ
И РАЗРЕШАЮЩАЯ СИЛА ГЛАЗА ПРИ МАЛЫХ ЗНАЧЕНИЯХ
КОНТРАСТА**

(Представлено академиком А. Н. Терениным 24 III 1952)

По существующей методике ⁽¹⁾ измерение разрешающей способности фотографических слоев производится с тест-объектом, контрастность которого практически равна единице.

Контрастность тест-объекта $K_t = \frac{B_1 - B_2}{B_1}$, где B_1 и B_2 — яркость, соответственно, светлого и темного штриха. Для перехода от разрешающей способности слоя $R_0|_{K_t=1}$, определяемой предельным числом штрихов в мм^{-1} для тест-объекта абсолютного контраста, к величине R при любом заданном значении K_t установлено ⁽²⁾ простое равенство:

$$R = R_0 K_t. \quad (1)$$

При использовании фотослоев в различных областях научно-технической фотографии или кинематографии контрастность между объектом и фоном в большинстве случаев очень мала, т. е. $K_t \ll 1$.

Анализ теоретических ⁽³⁾ и экспериментальных ^(4, 5) данных показывает, что ошибка в определении R согласно (1) быстро растет с уменьшением контрастности тест-объекта, и указанное простое соотношение является лишь первым приближением для тех случаев, когда $K_t \geq 0,75$.

Значительно более точно, как показывают результаты опыта, величина разрешающей способности фотографического слоя может быть выражена уравнением:

$$R = R_0 \sqrt{\frac{K_t}{2 - K_t}}, \quad (2)$$

которое также вытекает из существующих представлений относительно связи разрешающей способности с контрастностью тест-объекта.

Уравнение (2) пригодно для определения разрешающей способности при любых значениях R_0 и заданной контрастности тест-объекта. Оно хорошо описывает зависимость $R(K_t)$ и для участков кривой $R(\lg H)$, где $R_0 \neq R_{0 \text{ макс}}$, что весьма существенно для оценки свойств светочувствительных слоев в отношении воспроизведения микро- и макро-деталей ⁽¹⁰⁾.

Экспериментальная проверка указанного соотношения производилась по описанной ранее ⁽¹⁰⁾ методике для различных фотоматериалов. В частности, исследовались кинонегатив тип А и тип Б, финопан АГФА,

дубликат негатив и дубликат позитив, киноплёнка ЗТ-4 и позитив нитро. На рис. 1 показаны результаты опытов в сопоставлении с теоретической зависимостью (1) и (2).

Следует отметить, что имеющиеся теоретические (6) и экспериментальные (7,8) исследования по

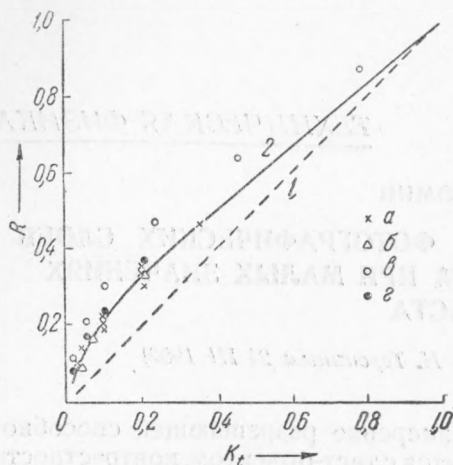


Рис. 1. Зависимость разрешающей способности фотослоев от контрастности тест-объекта. Зависимость $R(K_t)$: 1 — согласно уравнению (1), 2 — согласно уравнению (2). a — разрешающая способность для негативных фотослоев; b — то же для позитивных (результаты, полученные посредством контактной печати тест-объекта); v — разрешающая способность фотослоев при фотографировании тест-объектов различной контрастности (среднее для ряда опытов); z — изменение разрешающей силы глаза в зависимости от контраста объекта (экспериментальные данные по определению разрыва в кольце Ландольта)

визуальному восприятию объектов различной контрастности и угловой величины указывают, что изменение разрешающей силы глаза происходит аналогично (2). При заданной яркости поля адаптации разрешающая сила с увеличением контрастности объекта с фоном вначале растёт очень быстро, а затем при $K_t \geq 0,25$ почти линейно приближается к предельному значению остроты зрения.

В качестве иллюстрации этого положения на рис. 1 показано изменение $R = 1/\alpha$, где воспринимаемая визуально угловая величина разрыва в кольце Ландольта α представлена в зависимости от контрастности между объектом и фоном. Эта зависимость получена по обобщённым экспериментальным данным (7) для бинокулярного зрения и яркости поля адаптации 1000 асб.

Аналитически связь между угловой величиной объекта α_0 для $K_t = 0,5$ и воспринимаемой визуально угловой величиной объекта α при заданной величине контраста можно выразить (6) уравнением:

$$\frac{\alpha_0}{\alpha} = K^v, \quad (3)$$

где v — функция яркости поля адаптации, при 3000 асб. близкая к 0,5, а $K = \frac{B_1 - B_2}{B_2}$.

В обозначениях формулы (1) при $v = 0,5$ равенство (3) переписывается так:

$$R = R_0 \sqrt{\frac{K_t}{1 - K_t}}, \quad (4)$$

что даёт однозначную с (2) взаимосвязь $R(K_t)$. Здесь R_0 характеризует величину, обратную угловой величине объекта, разрешаемого визуально для $K_t = 0,5$. Выражение (4) соответствует экспериментальным данным только при малых значениях контрастности, когда $K_t \leq 0,50$.

Таким образом, при визуальном восприятии или фотографическом воспроизведении объекта светочувствительным слоем наблюдается сходная в обоих случаях взаимосвязь величины разрешающей способности с контрастностью между объектом и фоном. Эта зависимость не может быть представлена как линейная при малых значениях контрастности наблюдаемого объекта.

Для практики весьма существенно резкое увеличение разрешающей способности фотослоев (или разрешающей силы глаза для визуаль-

ного восприятия) в области малых значений контрастности при сравнительно небольшом увеличении контраста объекта относительно фона.

В свете изложенных представлений становится очевидным значение таких мероприятий, как, например, применение просветленной оптики, что дает возможность повысить контрастность изображения⁽⁹⁾, а следовательно, и улучшить разрешающую способность фотографирующей системы или оптического прибора для визуального наблюдения.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить сердечную благодарность Г. С. Баранову за содействие в проведении экспериментальной части исследования и чл.-корр. АН СССР К. В. Чибисову за внимание и ряд ценных указаний по данной работе.

Поступило
26 II 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. Н. Гороховский, ЖТФ, 26, № 1, 56 (1946). ² Л. П. Мороз, ЖТФ, 14, № 4—5, 251 (1944). ³ H. Frieser, Zs. f. wiss. Photogr., Photophys. u. Photochem., 37, 216 (1938). ⁴ O. Sandwick, The Photogr. Journ., July, 313 (1928). ⁵ W. Romer, Sci. et Ind. Photogr., 28, No. 7, 193 (1947). ⁶ В. Б. Вейнберг, Проблемы физиол. оптики, 3, 50 (1946). ⁷ Г. А. Гершун, Принципы и приемы световой маскировки, 1943. ⁸ Л. Н. Гасовский, К. Н. Буланова и З. Н. Энно, Проблемы физиол. оптики, 3, 40 (1946). ⁹ Г. А. Истомин, Тр. ЦНИИГАиК, в. 82, 3 (1951). ¹⁰ Г. А. Истомин, ДАН, 82, № 6 (1952).