

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**ОБСУЖДЕНИЕ ВОПРОСОВ СЕНСИТОМЕТРИИ  
ЧЁРНО-БЕЛЫХ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Комиссия по научной фотографии и кинематографии Академии наук СССР провела в Ленинграде 26—28 января 1953 г. свой очередной пленум, который был посвящён обсуждению вопросов сенситометрии чёрно-белых фотографических материалов.

Фотографическая сенситометрия представляет собой особый раздел метрологии, а именно учение об измерении свойств фотографических материалов. Эта область измерительной техники весьма своеобразна. Действительно, в данном случае мы имеем дело с единственной имеющей широкое техническое значение областью фотохимических реакций. Ни в одной другой области знания мы не располагаем с такой степенью подробности разработанными методами количественного изучения взаимодействия света и вещества. Понятия и методы фотографической сенситометрии в значительной мере могут быть распространены на родственные фотографии области техники и, в первую очередь, на телевидение.

Сама фотографическая техника (включая сюда кинематографию и аэрофотографию) быстро развивается и совершенствуется, а требования к качеству фотографического изображения непрерывно возрастают. Получение высококачественных фотографических изображений при массовом их производстве, при переменных условиях фотографирования (в полевой обстановке и т. п.) требует организации тщательного контроля всех стадий фотографического процесса. Эту задачу и решает фотографическая сенситометрия.

Всё сказанное делает весьма актуальным дальнейшее развитие сенситометрии и, в частности, критическое обсуждение основных проблем её.

Рамки данного обсуждения сознательно были ограничены в двух отношениях. Во-первых, рассмотрению была подвергнута сенситометрия лишь чёрно-белых (т. е. наиболее распространённых) фотографических материалов. Сенситометрия цветных фотографических материалов, значительно менее разработанная и обладающая многими специфическими особенностями, должна быть предметом особого обсуждения. Во-вторых, в самой чёрно-белой сенситометрии рассмотрению были подвергнуты лишь следующие четыре проблемы:

- 1) воспроизведение деталей фотографическими слоями,
- 2) сенситометрический контроль и проблема критерия светочувствительности фотографических слоёв,
- 3) денситометрия (методы измерения почернений) и
- 4) спектральная сенситометрия.

По проблеме воспроизведения деталей фотографическими слоями пленум комиссии рассмотрел 4 сообщения.

А. Т. Ащеулов доложил о проведённых им совместно с Т. А. Павляичук и М. Д. Хухриной разработках проекционного и интерференционного методов определения разрешающей способности фотографических слоёв. В настоящее время для измерения этого важнейшего свойства светочувствительных материалов по преимуществу используется проекционный метод: на испытуемый слой процируют полученное с помощью высококачественного объектива уменьшённое изображение мира, используя для этой цели известный резольвометр Ф. Л. Бурмистрова. Этот прибор, в своё время являвшийся значительным достижением отечественной измерительной техники, в настоящее время перестал удовлетворять всем требованиям, поскольку получили распространение фотографические материалы с очень высокой разрешающей способностью ( $250 \text{ мм}^{-1}$  и более). При этом оказывается недостаточным качество оптического изображения, даваемого объективом существующего резольвометра: группы штрихов мира с наибольшими частотами воспроизводятся со значительно меньшим контрастом, нежели группы более широких штрихов. Таким образом, условия испытания материалов с разной разрешающей способностью оказываются фотометрически различными: высокие значения разрешающей способности оказываются преуменьшенными.

Авторы сделали существенный шаг вперёд в разработке проекционного метода, используя практически свободный от аберраций объектив с высокой апертурой (относительное отверстие 1:1,5). Такой объектив даёт оптическое изображение мира даже на очень высоких частотах с контрастом, почти не отличающимся от контраста самой мира. Построив специальный прибор с таким объективом (прибор был продемонстрирован участникам обсуждения), авторы смогли получить неискажённые падением контраста в оптическом изображении значения разрешающей способности до  $350 \text{ мм}^{-1}$ . Существенной особенностью нового резольвометра является возможность определения разрешающей способности в широком диапазоне апертур.

С другой стороны А. Т. Ащеуловым были проведены опыты по определению разрешающей способности интерференционным методом. Используя интерферометр по схеме Ллойда, докладчик получил фотографии интерференционных полос с частотами до  $700 \text{ мм}^{-1}$ . Однако ряд технических трудностей делает этот метод в настоящее время менее удобным, нежели проекционный метод.

И. И. Брейдо сделала параллельное сообщение о третьем возможном методе определения разрешающей способности — контактном. Этот способ привлекателен своей простотой: для его осуществления требуется лишь маленькая мира и элементарное оптическое устройство для создания примерно параллельного освещающего пучка. Получаемые этим способом значения разрешающей способности всегда выше, чем при использовании проекционного способа, притом в тем большей степени, чем выше разрешающая способность. Это объясняется тем, что в данном случае, повидимому, не происходит понижения контраста накладываемого на слой оптического изображения мира по сравнению с контрастом самой мира. Однако контактный способ не лишен и существенных недостатков. Так, он в настоящее время неприемлем для испытания слоёв с разрешающей способностью выше  $250 \text{ мм}^{-1}$ , так как встречает большие технические трудности изготовления очень малых мир с большими частотами штрихов и с достаточно тонким слоем.

Ю. Н. Гороховский сообщил о новом приборе для измерения зернистости почернений — проекционном гранулометре. Этот прибор, продемонстрированный на пленуме, служит для быстрого определения зернистости проявленных фотографических слоёв разработанным автором фотографическим проекционным методом. Особенностью метода является то, что сложное явление зернистости здесь оценивается в условиях, близ-

ких к условиям проявления этого вредного эффекта в статической фотографии широкого применения. Прибор представляет собой специализированный фотографический увеличитель с высококачественным короткофокусным объективом, снабжённый механизмами автоматической фокусировки в широком диапазоне масштабов увеличения и автоматического поддержания постоянства уровня освещённости в фокальной плоскости. На располагаемой в этой плоскости фотографической бумаге нормированного контраста получают ряд изображений исследуемого почернения и по предельному масштабу изображения, при котором на изображении ещё не видна зернистость, оценивают последнюю.

Все три методических сообщения были предметом оживлённого обсуждения, из которого следовало, что усовершенствование техники определения разрешающей способности и зернистости является весьма насущным для дела создания высокоразрешающих и малозернистых фотографических материалов вопросом. В частности, было подчёркнуто значение точного определения разрешающей способности многослойных цветофотографических материалов.

Сообщение Г. А. Истомина было посвящено вопросу о соотношении между условиями воспроизведения микро- и макродеталей фотографическими слоями. Исходя из того, что визуальное восприятие деталей фотографического изображения при прочих равных условиях определяется такими двумя факторами, как контрастность детали относительно фона и чёткость границы между ними, автор показал, что увеличение степени проявленности слоя не приводит к значительному улучшению восприятия деталей, так как рост контраста в этом случае сопровождается расширением зоны перехода от детали к фону. Наилучшее воспроизведение деталей имеет место в среднем участке характеристической кривой негатива при плотности около единицы; здесь действие обоих противоположно действующих факторов уравнивается.

Далее был рассмотрен вопрос о рациональном выражении фотографической широты. Автор считает несостоятельными все способы оценки, основывающиеся на одном и том же определённом значении градиента характеристической кривой в начальном и конечном участках последней; в конечном (верхнем) участке визуально воспринимаемая контрастность деталей много ниже, чем в начальном. Фотографическая широта тесно связана с характером рассеяния света в эмульсионном слое, т. е. с разрешающей способностью последнего. Опыты автора показали, что воспроизведение крупных и мелких деталей подчиняется одинаковому закономерности — между детализацией и резольвеметрией нет принципиального различия. Поэтому можно рекомендовать оценивать фотографическую широту отношением экспозиций, между которыми разрешаемая фотографическим слоем частота штрихов имеет заданное или большее значение.

Проблема сенситометрического контроля и критерия светочувствительности фотографических слоёв являлась центральной в данной дискуссии и была предметом особенно горячего обсуждения. Здесь было сделано пять сообщений.

С. С. Гилев рассказал об опыте внедрения в промышленность оригинальной советской системы сенситометрии (ГОСТ 2817-50) и о задачах контроля производства, с этим связанных. Следует указать, что в настоящее время советская химикофотографическая промышленность полностью перешла на маркировку фотографических материалов по светочувствительности в системе ГОСТ взамен устаревшей системы Хертера и Дриффила.

Г. А. Истомин в своём докладе о сравнительной оценке критериев светочувствительности подверг критике принятый сейчас в системе ГОСТ критерий светочувствительности (плотность почернения 0,2 сверх вуали),

как ориентированный на установление правильной экспозиции для самых темных деталей объекта фотографирования. Между тем, по мнению докладчика, критерий светочувствительности должен быть увязан со средней яркостью объекта фотографирования, так как лишь при таких условиях можно правильно использовать показания фотоэлектрических экспонометров, измеряющих, как известно, среднюю яркость объекта. Исходя из своего обширного экспериментального опыта, Г. А. Истомин предложил принять в качестве основного критерия светочувствительности контрастных негативных материалов точку, лежащую не в начальной, а в средней части характеристической кривой, а именно плотность почернения 0,85 сверх вуали. Принятие такого предложения ставит на рациональную основу решение экспонометрической задачи — задачи установления правильной экспозиции при фотографической съёмке.

В. И. Шеберстов сообщил о своих опытах по сопоставлению чисел светочувствительности, определённых по обоим вышеуказанным критериям. Были установлены отчётливые закономерности в изменении светочувствительности с ростом коэффициента контрастности по мере проявления, а также предложены соответствующие уравнения для этих случаев.

В докладе В. Я. Михайлова были освещены вопросы сенситометрического контроля фотографических изображений в полевых условиях, для чего автором была разработана и внедрена в практику аэрогеодезических предприятий соответствующая методика.

Сообщение В. Г. Пелля было посвящено контролю освещения при киносъёмке и связанным с этим сенситометрическим вопросам. Исходя из положения, что требования к техническому качеству киноизображения и фотографического изображения существенно различаются, докладчик сформулировал задачу выбора правильной экспозиции при киносъёмке, как задачу получения на негативах заданных плотностей почернений (0,8—1,0) для сюжетно наиболее важных деталей киноизображения — лица человека. Это требование близко к требованию, сформулированному, исходя из других соображений, Г. А. Истоминым.

Далее были рассмотрены способы решения экспонометрической задачи при киносъёмке в двух принципиально различных случаях: при вынужденных условиях освещения (натурные съёмки без подсветки, ряд видов хроникальных съёмок в помещениях) и при управляемых условиях освещения (съёмки в кинолавилоне, натурные съёмки с подсветкой и т. п.). Приведены данные о суммарных коэффициентах отражения ряда специфических для кинотехники отражающих поверхностей и предложены экспонометрические формулы для случая оценки светочувствительности по плотности 0,2 и по точке инерции. Были описаны и продемонстрированы разработанные в лаборатории докладчика универсальные экспонометры для киноцелей.

В дискуссии, развернувшейся вокруг проблемы критерия светочувствительности, был высказан ряд замечаний как в пользу критерия, установленного ГОСТ 2817-50 (плотность 0,2 сверх вуали), так и в пользу критерия, лежащего в средней части характеристической кривой. Однако большинство выступавших считало более соответствующим требованиям практики второй критерий. Вместе с тем было указано на недостаточную обоснованность предлагаемых конкретных значений второго критерия и на необходимость тщательного изучения этого вопроса.

По проблеме денситометрии было обсуждено одно сообщение В. А. Корндорф сделал очень обстоятельный доклад об измерении оптических плотностей и рассеянии света фотографическими почернениями.

Как известно, оптическая плотность почернения есть понятие неоднозначное, так как из-за сильного рассеяния, проходящего через проявленный слой света, эта величина сильно изменяется при изменении условий освещения почернения и условий восприятия прошедшего пучка приёмником изучения.

Пользуясь весьма точными средствами измерения, автор сообщения показала, что гониофотометрически определенные индикатрисы рассеяния позволяют совершенно надёжно вычислять величины оптической плотности для воспринимающего устройства (фотометра) с любым наперёд заданным апертурным углом. Установлен важный для дела создания новых моделей денситометров факт, что при освещении измеряемого почернения направленным пучком с любой апертурой и при интегрировании всего вышедшего из почернения пучка получаются значения оптической плотности, почти неотличимые от тех, которые получаются при освещении почернения диффузным светом и при восприятии приёмником лишь части вышедшего пучка (в произвольном ограниченном апертурном угле). Таким образом, так называемые интегральная и диффузная оптические плотности почернений практически равны друг другу.

На дискуссии демонстрировался выпущенный промышленностью образец фотоэлектрического клинового денситометра, работающего на дифференциальном принципе и благодаря этому свободного от неустойчивости показаний, часто наблюдающейся у фотоэлектрических денситометров с прямым отсчётом. Прибор этот снабжён серым круговым клином, двумя фотоэлементами с запорным слоем, один из которых практически вплотную прижимается к измеряемому негативу, и работающим в качестве нулевого прибора зеркальным гальванометром. Он позволяет весьма быстро и точно измерять интегральные плотности, равные, как уже указывалось, диффузным плотностям.

По проблеме спектральной сенситометрии был сделан доклад Ю. Н. Гороховским. В докладе были рассмотрены методические и аппаратные вопросы измерения кривых абсолютной спектральной светочувствительности чёрно-белых и цветных фотографических материалов. Продемонстрированы в схемах и в виде промышленного образца спектро-сенситометры для видимой и инфракрасной частей спектра, с одной стороны, и для ультрафиолетовой части спектра, с другой стороны.

Далее докладчиком на основе исследования спектрального распределения светочувствительности широкого ассортимента современных фотографических материалов был предложен проект системы классификации фотографических материалов по их спектральным свойствам. Этот проект предлагает отказаться от исторически сложившейся из коммерческих соображений нерациональной терминологии (ортохроматические, панхроматические и т. п. слои) и перейти на классификацию и терминологию, основывающиеся на анализе физических свойств фотографических материалов: установить группы синечувствительных, зелёночувствительных, красночувствительных, равночувствительных и инфрачувствительных слоёв с последующим разделением на подгруппы соответственно положению в спектре максимума светочувствительности.

Наконец, в докладе были рассмотрены вопросы о том, как надлежит оценивать эффект оптической сенсibilизации фотографических эмульсий по данным спектральной сенситометрии, и о том, в какой мере точно по кривой спектральной светочувствительности можно вычислять чувствительность фотографического материала к свету сложного спектрального состава.

В ходе обсуждения данной проблемы предложение о новой классификации фотографических слоёв было поддержано многими выступавшими.

В целом обсуждение прошло на высоком научном уровне при участии большого числа специалистов Ленинграда, Москвы и др. городов Союза и способствовало разъяснению многих важных вопросов фотографической сенситометрии.

*Ю. Н. Гороховский*