

Б. В. КОВАЛЕНКО
Кандидат технических наук

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОРРЕКТИРОВАНИЯ ГРАДАЦИЙ В ПОЛУТОНОВОМ ФОТОГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Для выполнения современных задач полиграфической промышленности большое значение имеет дальнейшее развитие научно-исследовательской работы в направлении совершенствования и автоматизации технологических процессов и улучшения свойств полиграфических материалов.

Одной из важных проблем в области совершенствования полиграфического воспроизведения различных изобразительных оригиналов, в том числе и снимков цветной фотографии, является проблема градационной передачи в многозвеньевом полиграфическом репродукционном процессе. От степени разрешения этой проблемы зависит трудоемкость операций по корректированию неизбежно возникающих градационных искажений и точность воспроизведения тонов, т. е. один из важнейших показателей качества полиграфического исполнения листовой изобразительной печатной продукции и тоновых иллюстраций в книгах, журналах и газетах.

Этой проблеме уделяется большое внимание на протяжении всего развития полиграфии.

В ряде работ (2—7) освещены результаты исследований в области фотографического корректирования градаций в полиграфическом репродукционном процессе и опыт применения градационного маскирования. В этих работах показано, что в большинстве случаев полиграфической репродукции всеми способами печати полутоновой фотографической процесс должен иметь прямолинейную градационную характеристику не на всем интервале воспроизводимых плотностей оригинала: на краях этого интервала, т. е. соответственно свету и тени оригинала, характеристика полутонového процесса с целью значительного сокращения ручной градационной корректуры должна иметь непрерывно возрастающий градиент.

Показано также, что подобная характеристика полутонového фотографического процесса может быть достигнута применением предложенного способа негативно-позитивного градационного маскирования. В результате работы, проведенной в этой области, даны теоретические основы градационного маскирования и количественная характеристика для разных условий его осуществления, а также предложены количественные методы контроля и регулирования полутонového фотографического процесса с применением в нем градационного маскирования.

Начало внедрения градационного маскирования в производство относится к 1948 году. В настоящее время оно успешно применяется для воспроизведения способами офсетной и глубокой печати одноцветных и многоцветных оригиналов почти на всех полиграфических предприятиях.

УССР, где производится изобразительная печатная продукция. Успех применения градационного маскирования обуславливается тем, что этот способ обеспечивает значительное сокращение ручной градационной корректуры фотографических изображений и, безусловно, способствует улучшению качества полиграфического воспроизведения изобразительных оригиналов.

Наблюдения за процессом градационного маскирования позволили сделать предположение о возможности получения основного и маскирующего изображений не в виде двух отдельных негативов (или диапозитивов), а в виде совмещенного фотографического изображения на одной общей подложке.

В связи с этим возникла необходимость экспериментально проверить, какие градационные особенности может иметь двухслойная и полученная путем смешивания эмульсий фототехническая пленка.

Способ смешивания эмульсий получил количественную разработку и теоретическое обоснование в исследованиях советских авторов В. Л. Зеликмана (1), Н. В. Макарова и А. Побединской (8), С. П. Шувалова и А. В. Бромберга (9).

В этих работах был предложен расчетный метод смешивания эмульсий, основанный на правиле аддитивности плотностей. Этот метод широко применяется в промышленности, производящей фотографические материалы.

Метод смешивания фотографических эмульсий, как показано авторами этих работ, имеет три различных назначения (8):

1) применяется для исправления области передержек характеристической кривой наиболее высокочувствительных эмульсий, имеющих недостаточно высокие значения максимальных оптических плотностей;

2) используется с целью приведения величины коэффициента контрастности к требуемому точному значению для данного типа эмульсии;

3) его можно применять как основной метод формирования требуемых фотографических свойств светочувствительного слоя путем смешивания ряда высококонтрастных мелкозернистых эмульсий. Этот вариант смешивания эмульсий, разработанный В. Л. Зеликманом (1948 г.), обеспечивает наилучшее соотношение светочувствительности к среднему размеру зерна («принцип однородности»).

Наши опыты по получению двухслойной пленки и смешиванию эмульсий были проведены только с целью проверки свойств при совместном использовании двух фотографических эмульсий: одной — с характеристикой, отвечающей изготовлению основного изображения, и второй — с характеристикой, отвечающей требованиям изготовления градационной маски для достижения увеличенного по сравнению с гаммой градиента кривой в области больших экспозиций, т. е. в наиболее светлых участках воспроизводимого объекта.

Для этого были использованы готовые эмульсии фототехнических пленок. По полученным характеристикам и на основании условий сочетания свойств фотографических слоев для основного и маскирующего изображений было выбрано две эмульсии для снятия с подложки, смешивания и полива на новую подложку, а также для изготовления двухслойной пленки.

Такими эмульсиями оказались: эмульсия полутоновой фототехнической пленки «С» (ортохроматической) и эмульсия высококонтрастной низкочувствительной фототехнической пленки ФТ-30. Сенситометрические характеристики этих пленок представлены на рис. 1 и 2.

Полученные новые пленки подвергались сенситометрическим испытаниям по советской сенситометрической системе. Результаты этих испытаний представлены на рис. 3, 4, 5 и 6.

На рис. 3 приведено семейство характеристических кривых пленки, слой которой состоит из смеси эмульсий «С» ортохроматической и ФТ-30 в соотношении 1 : 1 по площади исходных фабричных пленок. Продолжительность проявления была 2, 4 и 8 минут при $+20^{\circ}\text{C}$ в проявителе, рекомендованном для полутоновых фототехнических пленок.

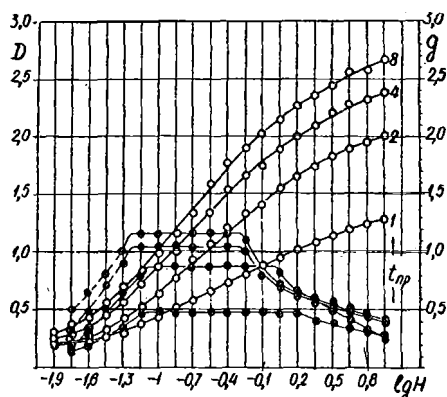


Рис. 1. Семейства характеристических кривых и кривых градиентов пленки «С».

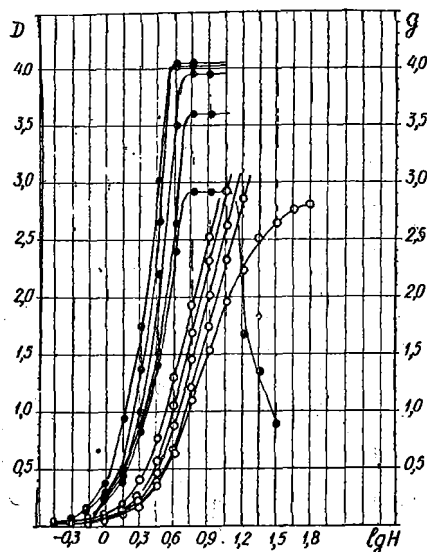


Рис. 2. Семейства характеристических кривых и кривых градиентов пленки ФТ-30.

По характеристическим кривым видно, что:

1. Для достижения $\gamma = 1$ на слое, состоящем из смеси двух эмульсий, толщина которого равна сумме толщин исходных слоев «С» и ФТ-30, требуется несколько меньшее время проявления, чем при достижении той же гаммы на исходном слое «С».

2. Подобное смешивание эмульсий дает увеличение градиента характеристической кривой в области больших экспозиций по сравнению с величиной коэффициента контрастности.

В данном случае, при $\gamma = 0,88$ ($t_{пр} = 2$ мин.), градиент начинает возрастать с участка кривой, соответствующего $\lg H = 0,05$ и достигает величины $g = 1,96$ в точке кривой, соответствующей $\lg H = 0,65$. При этом в данной точке оптическая плотность превышает на 0,45 оптическую плотность в соответствующей точке на продолжении прямолинейной части характеристической кривой.

Что же касается изменений градиента кривой и оптической плотности по сравнению с их величинами в соответствующей точке кривой исходной пленки «С», лежащей в области передержек, то они увеличены: градиент — на 1,43, оптическая плотность — на 0,65. Коэффициент контрастности при этом времени проявления не изменился.

Из полученной нами сенситометрической характеристики пленки ФТ-30 видно, что в точке характеристической кривой, соответствующей $\lg H = 0,65$, оптическая плотность при $t_{пр} = 2$ мин. выражается величиной 0,76, в том числе плотность вуали и подложки — 0,04.

Следует учесть, что при сенситометрическом испытании пленки ФТ-30 применен проявитель, обеспечивающий более высокое значение оптических плотностей, в том числе и в начале области пропорциональной передачи, где находится вышеуказанная точка, по сравнению с проявителем для полутонных пленок. Приняв это во внимание, можно убедиться, что полученное в результате смешивания эмульсий изменение

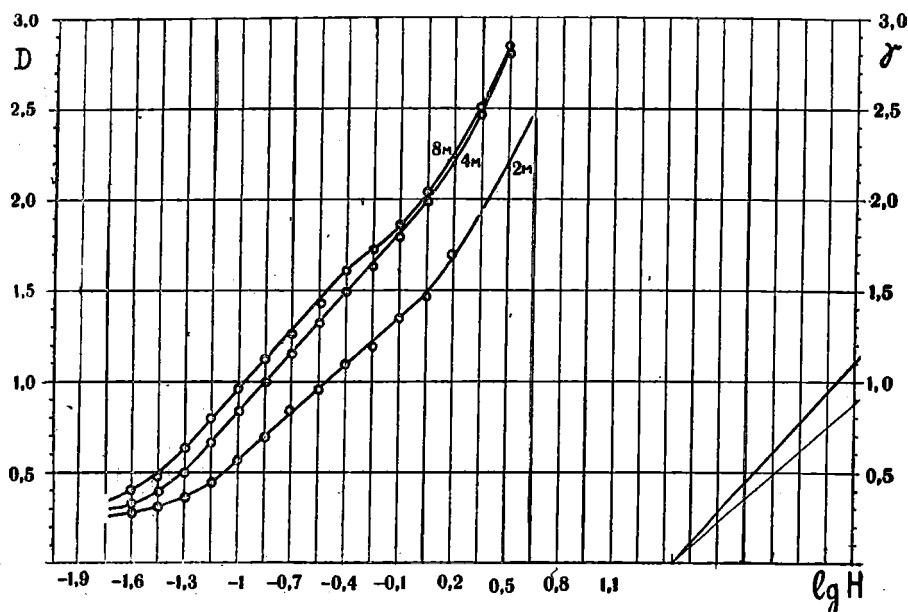


Рис. 3. Характеристические кривые пленки со слоем из смешанной эмульсии.

оптических плотностей подтверждает установленный советскими авторами (1, 8, 9) принцип аддитивности оптических плотностей для производной эмульсии.

Аналогичные изменения оптической плотности и градиента наблюдаются при изучении характеристической кривой, полученной при проявлении в течение 4 минут.

Что же касается формы характеристической кривой при продолжительности проявления 8 минут, то она в области больших экспозиций отличается от двух других кривых. В интервале логарифмов экспозиций от $\lg H = -0,4$ до $\lg H = -0,1$ наблюдается постепенное уменьшение градиента кривой по сравнению с величиной коэффициента контрастности. А дальше градиент постепенно увеличивается.

Закономерность такого явления объясняется тем же принципом аддитивности оптических плотностей. Дело в том, что участок характеристической кривой, на котором наблюдается уменьшение градиента и оптической плотности, находится в интервале логарифмов экспозиций, который соответствует начальной части области недодержек высококонтрастного компонента производной эмульсии. В этом же участке эмульсия ФТ-30 дает очень малые оптические плотности, недостаточные для исправления начальной части области передержек другого компонента, т. е. эмульсии «С».

Подобное явление может происходить также при неудачном подборе градационной маски.

3. Для данного случая смешивания эмульсий «С» и ФТ-30, при котором первый компонент, очевидно, сам является производной эмульсией, рабочая широта с увеличением градиента кривой в области больших экспозиций составляет величину 1,8 при величине гаммы, близкой к единице (0,92). Таким образом, достигается увеличение рабочей широты фотослоя на величину 0,6 по сравнению с исходной пленкой «С».

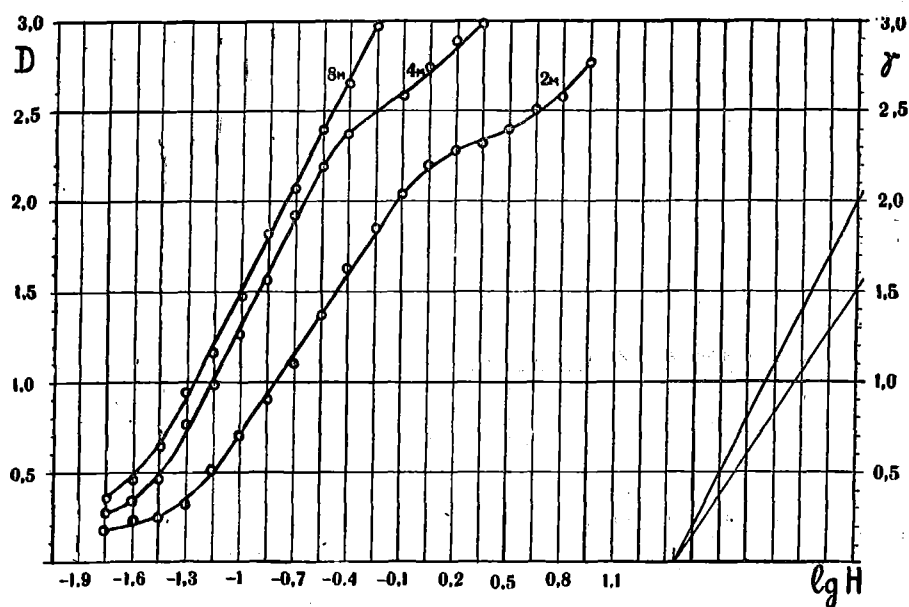


Рис. 4. Характеристические кривые двухслойной пленки с эмульсионными слоями ФТ-30 и «С».

Опыты по изготовлению двухслойной пленки и определению ее градационной характеристики проведены так же, как и при смешивании эмульсий. Отличие состояло только в том, что полив одной из эмульсий производился на фабричную пленку с другой эмульсией.

На рис. 4 приведены характеристические кривые двухслойной пленки, в которой нижний слой представляет собой фабричный эмульсионный слой ФТ-30, а верхний — вновь политый из эмульсии «С» — ортохроматической.

Характеристические кривые в области больших экспозиций при продолжительности проявления 2 и 4 минуты имеют изгиб, показывающий уменьшение градиента в некотором интервале логарифмов экспозиций, за которым градиент снова возрастает. Это объясняется недостаточной проявленностью нижнего слоя ФТ-30 за время, в течение которого верхний слой уже достиг значительного коэффициента контрастности. Кроме того, имеют влияние неодинаковые для двух слоев условия освещения.

Значительное увеличение коэффициента контрастности по сравнению с исходным слоем «С» происходит, очевидно, за счет того, что в данном случае количество эмульсии «С» было увеличено на 20%.

На рис. 5 приведены характеристические кривые той же двухслойной пленки при проявлении сенситограмм в проявителе, разбавленном водой (1:1).

Из сопоставления этих кривых с кривыми на рис. 2 видно, что при

разбавлении проявителя водой не только замедляется проявление основного (полутонового) слоя, но и происходит выравнивание проявленности обоих слоев с увеличением фотографической широты.

Так, при проявлении в течение 2 минут в неразбавленном проявителе коэффициент контрастности равен 1,55, а фотографическая широта — 1,05. При проявлении в разбавленном проявителе в течение 8 минут дости-

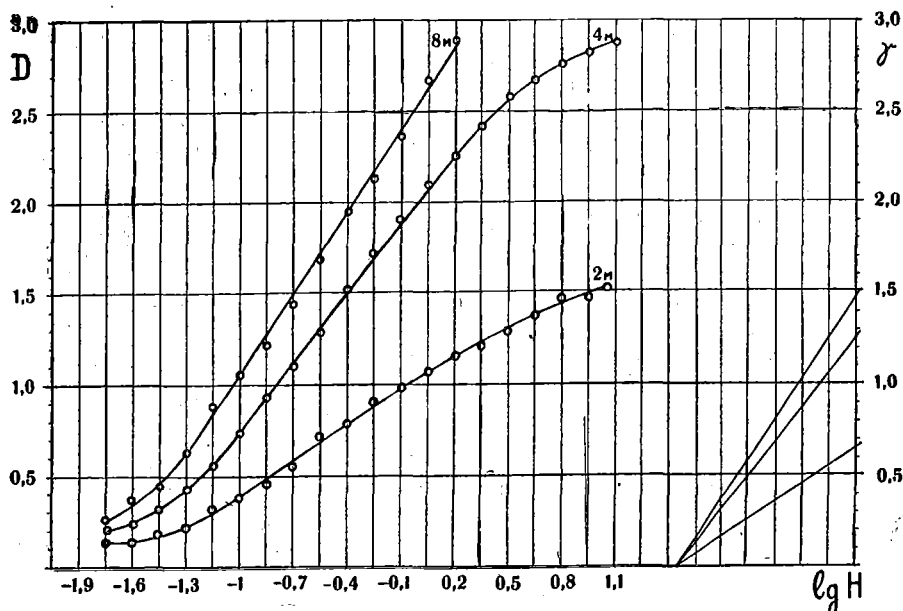


Рис. 5. Характеристические кривые двухслойной пленки с эмульсионными слоями ФТ-30 и «С» при проявлении в разбавленном проявителе.

гается значение коэффициента контрастности 1,50, т. е. почти не отличающееся от первого случая, а фотографическая широта имеет величину 1,50.

Подобный характер изменения формы характеристической кривой был получен также при испытании двухслойной пленки, состоящей из эмульсий «Принтон-контакт» (нижний слой) и «С». Однако соотношение светочувствительности этих эмульсий делает их менее подходящими для соединения на общей подложке, чем вышеописанная пара эмульсий.

На рис. 6 приведены характеристические кривые двухслойной пленки, у которой нижний слой — фабричная пленка «С», а верхний — вновь политый из эмульсии ФТ-30.

Форма этих кривых значительно отличается от формы характеристических кривых пленки с обратным расположением слоев.

При таком расположении эмульсионных слоев и малом времени проявления (2 минуты) почти отсутствует прямолинейный участок характеристической кривой. Почти вся кривая имеет непрерывно возрастающий градиент, что обуславливается недостаточной проявленностью полутонного эмульсионного слоя, в то время как верхний, высококонтрастный эмульсионный слой уже достаточно проявлен.

При увеличении времени проявления наблюдается выравнивание средней части кривой благодаря более полной проявленности нижнего

(полутонового) эмульсионного слоя. При этом градиент кривой в области больших экспозиций после 4 минут проявления больше не возрастает. Не увеличивается также и гамма.

В данном случае двухслойная пленка при времени проявления 4 минуты имеет в области больших экспозиций непрерывно возрастающий градиент, достигающий на конце охватываемого интервала логарифмов

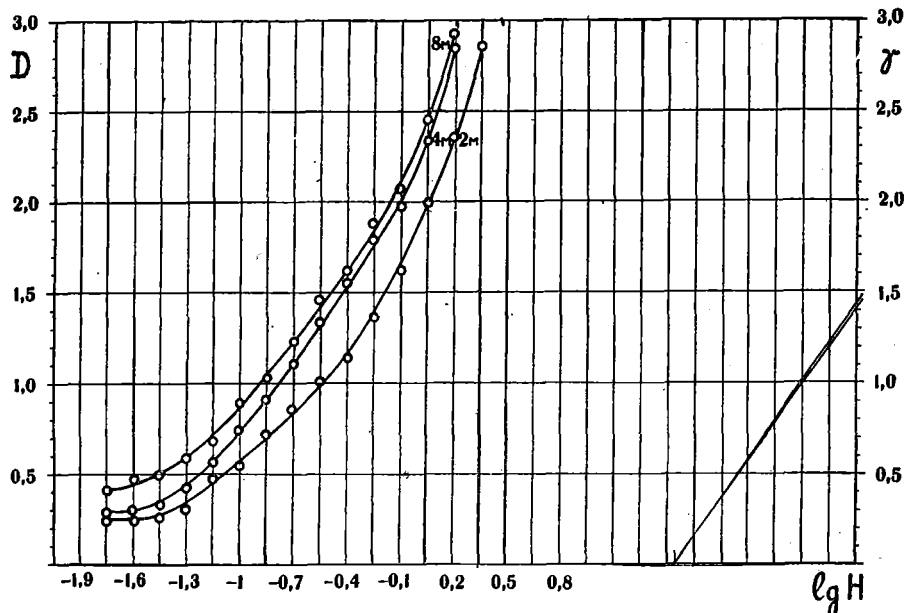


Рис. 6. Характеристические кривые двухслойной пленки с эмульсионными слоями «С» и ФТ-30.

экспозиций, т. е. в точке, соответствующей $\lg H = 0,2$, величины $g = 4,0$ при значении коэффициента контрастности $\gamma = 1,4$. Рабочая широта при этом имеет величину 1,5.

Из результатов опытов по изучению градационных особенностей фототехнических пленок с эмульсиями, полученными путем смешивания, а также последовательного нанесения двух эмульсий с определенным соотношением их светочувствительности, можно сделать такие выводы:

1. В некоторых пределах изменение формы градационных кривых полутонового репродукционного процесса, т. е. кривых негатива и диапозитива, путем применения специальных фотографических материалов возможно.

Для этого необходимы фототехнические слои с особой градационной характеристикой. Эта особенность заключается в непрерывном возрастании градиента характеристической кривой на некотором интервале, соответствующем большим экспозициям по сравнению с величиной коэффициента контрастности. Что касается необходимости во многих случаях при решении градационной задачи увеличения градиента на противоположном конце воспроизводимого интервала плотностей, т. е. в области малых экспозиций, то это достигается во втором звене полутонового фотографического процесса.

2. Возможность изготовления фототехнических слоев с возрастающим градиентом характеристической кривой в области больших экспо-

зий базируется на смешивании эмульсий и на изготовлении двухслойных пленок.

3. При смешивании эмульсий, кроме компонентов, применяемых для достижения возможно большей фотографической широты, требуется введение дополнительного высококонтрастного компонента с малой областью недодержек.

При этом обязательным условием является соответствующее соотношение светочувствительности компонентов.

4. Более высокое отношение градиента характеристической кривой в области больших экспозиций к коэффициенту контрастности может быть достигнуто на двухслойной пленке, у которой верхний слой образует высококонтрастная фототехническая эмульсия.

5. Градационные возможности фототехнических слоев указанной выше характеристики, безусловно, меньше по сравнению с возможностями изменения формы кривой в негативном и диапозитивном процессах путем применения градационного маскирования.

6. Несмотря на ограничения в автоматическом корректировании градаций, следует рекомендовать производство фототехнических слоев с возрастающим градиентом кривой в области больших экспозиций для фото-механической репродукции, в том числе и для цветной репродукции. Этому должна предшествовать разработка рецептуры и условий изготовления таких слоев. Применение их в полиграфическом производстве позволит сократить ручную корректуру и повысить качество полиграфического исполнения изобразительной печатной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов С. М., Зеликман В. Л., Мархилевич К. И. — Кинопленка и ее обработка. Госкиноиздат (1950).
2. Коваленко Б. В., Бабинский Г. Н. — Разработка способа градационного маскирования. УНИИП, отчет по теме (в рукописи) (1948).
3. Коваленко Б. В. — Способ негативно-позитивного градационного маскирования; описание способа при авторском свидетельстве № 84532, выданном Коваленко Б. В., Бабинскому Г. Н. и Глушко В. Д. Государственным Комитетом Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство (приоритет от 9 августа 1948 г.).
4. Коваленко Б. В. — Градационное маскирование (фотографическое корректирование градаций в полиграфическом репродукционном процессе), диссертация и автореферат диссертации. УПИ (1954).
5. Котик Р. А. — Технологический процесс одноцветной фототипии. Ч. I и II, ВНИИПнТ, отчет по теме 16—17 (в рукописи) (1948).
6. Котик Р. А. — Проверка предложения и оказание технической помощи фото-типному цеху 20-й типографии. ВНИИПнТ, отчет по теме (в рукописи) (1952).
7. Магас Г. Т. — Применение градационного и цветокорректирующего маскирования в офсетной репродукции. «Полиграфическое производство» (1953).
8. Макаров Н. В., Побединская А. — Смешивание эмульсий, 7-й раздел в работе К. В. Чибисова «Исследование синтеза эмульсий». Труды НИКФИ, в. 1 (1932).
9. Шувалов С. П., Бромберг А. В. — Смешивание фотографических эмульсий. «Фотокинохимическая промышленность», 2 (1933).