

АЛГОРИТМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЦИФРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБОБЩЕННОГО ФОТОПОРТРЕТА

А.В. Беликов¹, И.А. Гончаров², Н.Н. Гончарова³

¹ Институт философии РАН, Москва

² МГУ имени М.В.Ломоносова, механико-математический факультет, Москва

³ МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии, Москва

Разработанный Ф. Гальтоном на пороге XIX и XX веков метод обобщенного портрета сегодня широко применяется в антропологии для выявления общих черт в сериях портретных изображений в рамках произвольной выборки. Эта особенность метода открывает перед ним широкий потенциал междисциплинарного использования. Наше сообщение посвящено рассмотрению некоторых существующих алгоритмов создания обобщенного портрета с помощью программного средства «Adobe Photoshop» и поиску оптимального способа эмуляции примененной Ф. Гальтоном мультиэкспозиции с помощью цифровых методов, с учетом тех принципов, которые Ф. Гальтон положил в основу своего метода. Существующие методы были подвергнуты тестированию, в рамках которого в качестве исходного материала для создания своих обобщенных фотопортретов авторы статьи кроме нескольких отдельных случаев использовали оцифрованные монохромные фотографии античных мраморных скульптур из коллекции American School of Classical Studies at Athens. Все изображения получены в одной серии и обладают едиными характеристиками контрастности, резкости, и сделаны в схожей светотеневой среде. В результате тестирования были выявлены сильные и слабые стороны существующих методов наложения изображений. Разработана и верифицирована с помощью математических методов оригинальная методика, представляющая собой наиболее точный способ воспроизведения с помощью программы «Adobe Photoshop» химических процессов, происходящих в фоточувствительном слое бумаги при мультиэкспозиции. Авторы предлагают свои методики для открытого тестирования и обсуждения.

Ключевые слова: обобщенный портрет, цифровые методы, Ф. Гальтон, программное средство «Adobe Photoshop», фотографии античных мраморных скульптур

Введение

Применение технологии обобщенного портрета в антропологических исследованиях имеет уже довольно долгую историю, своих сторонников и противников. Адепты метода и скептики спорят об информативности и научной содержательности получаемых изображений, но само создание обобщенного фотопортрета с помощью совмещения негативных изображений в процессе фотопечати методически и технологически совершенно разработано, накоплена значительная коллекция уникальных обобщенных изображений различных выборок и популяций [Восточные славяне... 1999; Перевозчиков, Маурер, 2009].

Внедрение в исследовательский инструментарий возможностей цифровых технологий, широкое распространение пакетов прикладных про-

грамм позволило сделать многие классические методики более доступными. Это в полной мере касается как статистической обработки данных с помощью стандартных пакетов программ, так и средств визуализации результатов научного исследования. В частности, возможности прикладного пакета «Adobe Photoshop» позволяют применять технологию создания обобщенного портрета без трудоемких манипуляций с негативами, фотобумагой и растворами для проявления и фиксации изображений. Такая общедоступность часто создает обманчивое ощущение легкости применения того или иного метода, между тем, именно это обстоятельство заставляет с особой тщательностью подходить к методическим аспектам применения разработанной технологии в новом цифровом исполнении.

Наше сообщение посвящено разработке алгоритма наложения изображений с помощью программного средства «Adobe Photoshop». Основные принципы создания обобщенного портрета остаются неизменными: вклад каждого фотоизображения одинаков, конечный результат не должен зависеть от порядка наложения слоев. Эти принципы были сформулированы Ф. Гальтоном [Galton, 1879, 1881, 1900], и они интуитивно понятны.

Метод обобщенного портрета позволяет выделять общее в серии изображений, уводя на второй план частное. Эта особенность метода открывает перед ним широкий потенциал междисциплинарного использования. В частности, нами предпринята попытка применить методику обобщенного портрета для анализа античного канона построения скульптурной формы. В процессе работы мы столкнулись с рядом методологических проблем. Представленная работа является результатом совместного поиска оптимального научно-достоверного метода, позволяющего с помощью графического пакета «Adobe Photoshop» воспроизвести методику создания обобщенного фотопортрета по Ф. Гальтону.

Первоначально для создания обобщенного портрета с использованием программы «Adobe Photoshop» использовался метод, описанный в работе А.П. Ивановской, выполненной в учебно-научном центре социальной антропологии РГГУ [Ивановская, 2005]. Согласно этому методу обобщение изображений происходит с использованием некоторого количества слоев разной прозрачности, причем каждый слой содержит одно индивидуальное изображение. В методе, предлагаемом А.П. Ивановской, слои накладываются так, что убывание непрозрачности происходит в *геометрической прогрессии*: для первого слоя устанавливается 100% непрозрачность, следующий слой накладывается с непрозрачностью 50%, третий слой с непрозрачностью 25%, далее 12%, 6% и верхний, последний слой с непрозрачностью 3%. Подобная процедура наложения слоев предполагает использование для совмещения слоев фильтра «Normal» («Обычные»), хотя это специально не оговорено в работе.

Таким образом, при использовании этого алгоритма непрозрачность подчиняется формуле $1/(2^{n-1})$, где n – номер слоя. Полученное обобщенное изображение, которое объединяет в себе шесть индивидуальных портретов, в дальнейшем используется как один портрет и может быть совмещено еще с пятью другими таким же способом обобщенными изображениями. Нетрудно понять, что при таком способе совмещения можно

получить обобщенный портрет, сложенный из 36 индивидуальных портретов. Автор методики утверждает, что при таком подходе сохраняется главный принцип Ф. Гальтона о равнозначной роли каждого изображения в создании обобщенного портрета [Гальтон, 1879]. Эта методика взята за основу для обобщения серии цифровых изображений.

Материалы и методы

В качестве исходного материала для создания своих обобщенных фотопортретов авторы статьи кроме нескольких отдельных случаев, использовали оцифрованные монохромные фотографии античных мраморных скульптур из коллекции American School of Classical Studies at Athens [www.ascsa.edu.gr]. Все эти изображения получены в одной серии и обладают едиными характеристиками контрастности, резкости, и сделаны в схожей свето-теневой среде. Особо отметим тот факт, что мрамор, в отличие от человеческой кожи, которая может быть более или менее смуглой, не имеет собственного оттенка цветового тона, который при черно-белой фотосъемке отображается как светотень (подробнее о проблеме см. ниже). Таким образом, авторы имели дело с «чистой формой», где вариации монохромного тона несут в себе исключительно информацию о форме, чего, конечно, невозможно добиться, когда речь идет о фотографировании живого человека. Каждое обобщенное изображение включает в себя пять исходных объектов (фотографий), масштабом для совмещения выступает расстояние между внутренними углами глаз («слезниками»).

Результаты и обсуждение

Применение методики обобщения, предложенной в работе А.П. Ивановской, выявило тот факт, что данная методика не обеспечивает равнозначности роли каждого исходного изображения в конечном обобщенном портрете, что постулируется в качестве основной цели в методике Ф. Гальтона. Авторы столкнулись с тем, что перемена порядка слоев с соответствующим изменением значений прозрачности слоя напрямую оказывает влияние на итоговый обобщенный портрет (рис. 1). Подобное невозможно, если слои равнозначны.

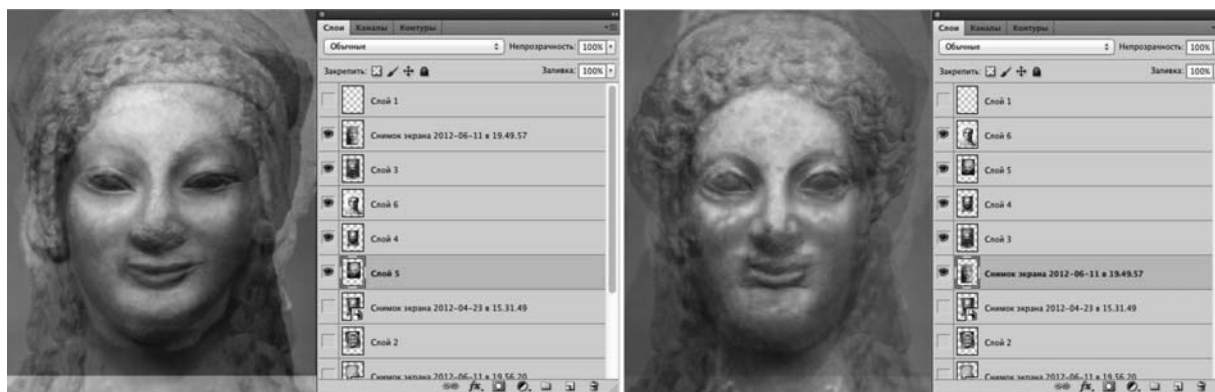


Рис. 1. Два обобщенных фотопортрета, составленные по методике А.П. Ивановской на основе одних и тех же исходных фотографий, совмещенных в разной последовательности с сохранением убывания непрозрачности от нижнего слоя к верхнему в геометрической прогрессии

Констатация этого факта поставила задачу поиска оптимального метода цифрового воспроизведения метода мультитекспозиции, который Ф. Гальтон впервые применил для получения обобщенного фотопортрета. Были обозначены два пути для поиска решения этой задачи. Первый путь – проверка алгоритма совмещения слоев при наложении. Второй – поиск оптимальной последовательности значений прозрачности слоев. Оба пути привели к созданию двух различных методов совмещения изображений, применение которых позволяет соблюсти основные принципы методики Ф. Гальтона.

Оба этих пути подразумевают возвращение к вопросу о том, чем собственно является черно-белая фотография. Технически она представляет собой набор монохромно окрашенных зон с разной интенсивностью тона, образующихся на фотобумаге в результате экспонирования негатива. Появившееся плоское светотеневое изображение трактуется зрителем в силу особенностей человеческого восприятия как условно обозначающее трехмерную форму. Таким образом, светотень позволяет передать в плоском монохромном изображении информацию о форме предмета. Следует отметить, однако, что светотеневая лепка формы не является естественным и очевидным для человека способом передачи и восприятия информации о форме предмета, как может показаться на первый взгляд современному человеку. Теория светотеневой лепки формы или *chiaroscuro* возникла сравнительно поздно в Европе, уже в ренессансное время в эпоху первых обскур, и получила свое окончательное завершение с изобретением фотографии. Другие эпохи и другие культуры отнюдь не всегда склонны были связывать соотношение темных и светлых пятен на

изображении с формой изображенного предмета. Скажем, традиционная китайская и японская живопись, иранская миниатюра, классическая русская икона, фаюмский портрет и помпейская фреска могут задавать форму, не используя светотень в современном понимании. В представленной статье авторы намеренно уклоняются от обсуждения темы восприятия, однако считают необходимым указать, что проблема восприятия и прочтения изображения существует и является отдельной темой для изучения [Беликов, 2012]. Так, например, Берлинская школа гештальта достигла существенных результатов в изучении специфики человеческого восприятия плоских изображений [Arnheim, 1954]. Особо следует указать на тот факт, что сам Ф. Гальтон полагал, что его метод может быть отражением работы психических механизмов, возможно имеющих отношение к памяти и узнаванию образов и лиц. Он очень коротко говорит об этом в своей статье 1879 года «Combined Portraits, and the Combination of Sense Impressions Generally» [Galton, 1879a].

Исходя из вышесказанного, обобщенный портрет должен восприниматься исследователем как условное, абстрактное изображение, схематически обозначающее несуществующую в реальности форму. Следует отметить при этом, что исследователь должен идти наперекор законам восприятия, согласно которым он склонен видеть в нем конкретное изображение, имеющее живой прототип.

Для осмысленного воспроизведения с помощью программы «Adobe Photoshop» химических процессов, происходящих в фоточувствительном слое бумаги, нужно понимать их природу. Рассмотрим процесс, который использовал Ф. Гальтон при построении своих изображений. Когда речь идет о печати на бумагу с негативной фо-

топленки с мультиэкспозицией, глубина тени имеет вполне определенный предел, по достижению которого дальнейшее наложение изображений приводит к искажению видимой формы. Другими словами, тени всегда складываются, становятся более глубокими. Это происходит потому, что те части изображения, которые на бумаге выглядят темными, на пленке прозрачны, а значит, в этих местах бумага засвечивается сильнее. Светлые, белые места на бумаге – это черные области на негативе. Для корректного воспроизведения метода Ф. Гальтона с помощью цифровых технологий необходимо подобрать такие способы совмещения слоев, которые воспроизвели бы основные принципы совмещения слоев при фотопечати. В использованной нами на первом этапе методике А.П. Ивановской для совмещения слоев используется режим для фильтра «Обычный» (Normal), который по умолчанию предлагается в редакторе «Adobe Photoshop». Этот фильтр использует следующую парадигму: при смешивании двух пикселей в разных слоях этот фильтр дает их усредненное значение по цветовой шкале в зависимости от степени прозрачности верхнего слоя. Поэтому фильтр «Normal» по своей сути не позволяет провести цифровую эмуляцию аналогового метода Ф. Гальтона. Между тем, в графическом пакете «Adobe Photoshop» существует много режимов совмещения слоев, разделенных на группы [Пonomarenko, 2008]. В частности, существует группа методов «Затемнения» («Darken»), которая включает в себя режимы простого затемнения, затемнения основы, линейного затемнения и др. (рис. 2).

При использовании этих режимов происходит работа с тенями, т.е. с темными пикселями, в то время как значения светов не учитываются, что, по сути, и является цифровым воспроизведением гальтоновского метода. Таким образом, искомым режим совмещения слоев должен относиться к группе «затемнения», причем при использо-

вании этого фильтра должно обеспечиваться равенство вкладов слоев в конечный фотопортрет, а также должна иметься опция, аналогичная продолжительности выдержки при мультиэкспозиции.

Базовый режим «Затемнение», обычно используемый фотографами для достижения эффекта мультиэкспозиции, для решения этой задачи не подходит, поскольку при этом режиме выбирается самое темное значение из имеющихся значений пикселей, и оно принимается как окончательное значение пикселя при суммировании всего набора. Между тем, принцип Ф. Гальтона подразумевает сложение теней, то есть сложение значений темных пикселей. Кроме того, использование режима «Затемнение» позволяет корректно совмещать не более 3–5 изображений. Нам же в идеале необходимо иметь такой режим, который позволил бы совмещать любое число исходных фотографий для получения обобщенного фотопортрета, так как это делал Ф. Гальтон. Эти задачи с успехом решает режим «Линейный затемнитель» («Linear Burn»). Для обеспечения равнозначности вклада каждого слоя в конечное изображение, непрозрачность каждого слоя должна равняться 100%, поскольку при ручной печати с мультиэкспозицией степень непрозрачности каждого негатива невозможно регулировать вручную. При этом степень контрастности всех негативов по умолчанию считается одинаковой, что подразумевает отсутствие в серии перезэкспонированных («пересвеченных») и недозэкспонированных («недосвеченных») кадров. В противном случае, вклад недосвеченного кадра в конечное изображение будет существенно меньше, чем вклад нормального, а вклад пересвеченного, наоборот будет существенно превышать роль остальных кадров в серии.

Для обеспечения эффекта продолжительности выдержки при мультиэкспозиции режим «Линейного затемнения» имеет опцию «Заливка», значение которой для каждого слоя по умолчанию равно 100%. Для того, чтобы обеспечить эффект равных выдержек при мультиэкспозиции достаточно разделить 100% на число накладываемых исходных изображений и вписать полученное значение в поле «Заливка». Например, для совмещения пяти изображений это значение для каждого слоя будет равняться 20%. Полученный таким способом обобщенный портрет заметно отличается от портретов, полученных по методу А.П. Ивановской, однако при этом на него не оказывает никакого влияния перемена мест слоев (рис. 3).

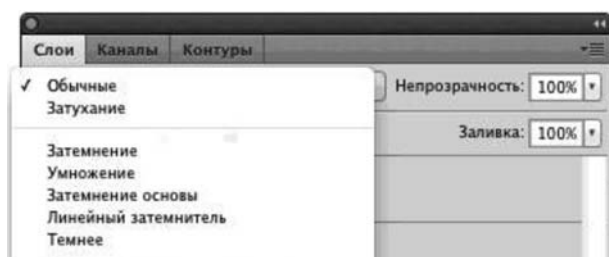


Рис. 2. Возможности совмещения слоев в графическом редакторе «Adobe Photoshop»

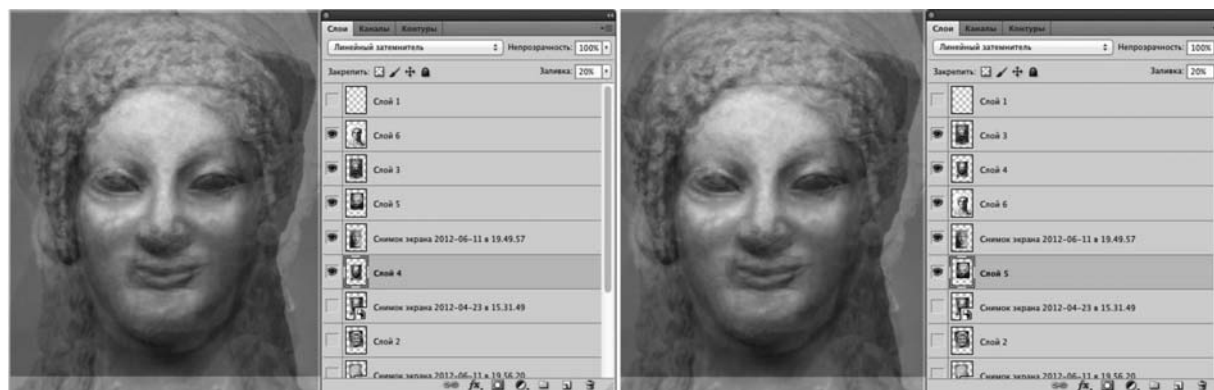


Рис. 3. Два обобщенных фотопортрета, составленные с использованием режима «Линейное затемнение» на основе одних и тех же исходных фотографий совмещенных в разной последовательности

Отдельным вопросом применения цифровых технологий совмещения является способ преобразования цветовой кодировки изображений. Понятно, что для обеспечения удовлетворительных результатов воспроизведения метода Ф. Гальтона, цветовая кодировка изображения должна быть установлена в градациях серого (меню «Изображение» > «Режим» > «Градация серого» («Grayscale»), а не в цветных «RGB» или «CMYK». Это связано с тем, что графический пакет «Adobe Photoshop» читает информацию о загруженной в него черно-белой фотографии в кодировках «RGB» или «CMYK», воспринимая ее как информацию о цветном изображении. Команда «Grayscale» объединяет три канала «RGB» в один, при этом, если один из цветовых каналов оказывается сильно зашумленным или испорченным, все недостатки переходят в изображение в оттенках серого. Впрочем, эта проблема отсутствует, когда речь идет о черно-белых изображениях, сделанных в цветовой кодировке «RGB», так что использование команды «Grayscale» представляется авторам в данном случае простым и удобным способом коррекции изображения. Следует отметить при этом, что большая часть монохромных изображений, получаемых с помощью цифровых камер или доступных в различных электронных библиотеках, по умолчанию имеют кодировку «RGB».

Еще одной проблемой, имеющей принципиальное значение при использовании цифровых технологий, является проблема преобразования цветового тона в светотень. Интуитивно понятно, что, например, интенсивный желтый цвет на черно-белой фотографии всегда будет выглядеть светлее, чем, например, синий цвет аналогичной интенсивности. На практике при создании обобщенного портрета это обозначает, что если в се-

рии появляется фотография человека с более смуглой кожей чем у остальных, то это изображение в целом будет более темным и, соответственно, его вклад в конечное изображение будет выше, чем вклад всех остальных.

В этой ситуации перед составителем обобщенного портрета встает задача «выравнивания» роли различно окрашенных форм в конечном обобщенном портрете. Эта проблема должна решаться с помощью отделения в цветном изображении его световых и цветовых характеристик друг от друга с последующим устранением воздействия последних на монохромное изображение, служащее материалом для составления обобщенного портрета.

Следует понимать, что в этом случае простая процедура смены кодировки из «RGB» с помощью команды «Grayscale» не даст удовлетворительного результата из-за описанной выше проблемы преобразования цветового тона в светотень на монохромных изображениях. Тем не менее, существует несколько адекватных способов преобразования цветной фотографии в монохромную. Эти способы хорошо известны и описаны в различных руководствах по программе «Adobe Photoshop». Авторы сами предпочитают использовать для решения этих задач инструмент «Lab» (меню «Изображение» > «Режим» > «Lab») позволяющий добиться значительной гибкости при преобразовании цветного изображения.

В данном контексте уместно поставить вопрос о том, насколько метод Ф. Гальтона подходит для обобщения полноцветных изображений. Действительно, цветные изображения в аддитивной модели «RGB» или субтрактивной модели «CMYK» представляют собой набор из нескольких каналов света или цвета соответственно, каждый из кото-

рых хранится и обрабатывается независимо. Таким образом, при совмещении изображений разных цветовых оттенков мы получим усредненный цвет, который может не только не иметь отношения к реальности, но быть крайне неестественным для рассматриваемого объекта. Более того, поскольку модель «RGB» является световой (то есть эмулирует наложение компонентов света), данная проблема заставляет усомниться в возможности применять подход Ф. Гальтона к цветным изображениям в принципе. Иными словами, вопрос о практической значимости получаемых изображений возникнет и при непосредственной печати обобщенных портретов с цветных негативов методом мультэкспозиции.

В целом, описанную методику можно считать успешным цифровым воспроизведением сути процесса создания обобщенного фотопортрета по методу Ф. Гальтона. Еще раз оговорим ее основные свойства:

- 1) методика позволяет совмещать одновременно до ста изображений;
- 2) она полностью соответствует как техническим принципам фотосовмещения (происходит суммирование теней, как и при использовании обычной фотопечати), так и основному принципу методики Ф. Гальтона о равном вкладе каждого изображения в конечный обобщенный портрет;
- 3) результат совмещения не зависит от последовательности наложения слоев.

Технология совмещения портретов по методу Ф. Гальтона исходит из парадигмы, что свет – это отсутствие тени, вылепливая форму с помощью теней. Между тем, возможности программы «Adobe Photoshop» позволяют получить именно усредненное значение света и тени в каждой точке готового обобщенного портрета. Размышления над алгоритмом смешивания слоев «Normal» приводят к мысли о том, что такой режим также вполне может применяться для составления научно достоверных фотопортретов, как и предлагается в работе А.П. Ивановской. Однако для получения адекватного результата необходимо было пересмотреть обоснованность использования *геометрической прогрессии* при наложении слоев, поскольку такой способ не обеспечивает главного условия научной ценности обобщенного фотопортрета – требования равенства вклада каждого исходного изображения в конечный результат. В настоящей работе предлагается еще один метод создания обобщенного фотопортрета, который использует иной способ наложения слоев. В нем непрозрачность слоев задается членами *гармонического ряда*, то есть убывание непрозрач-

ти подчиняется закону $1/n$ (где n также номер слоя): непрозрачность первого слоя 100%, второго 50%, далее 33%, 25% и 20%.

Для обоснования такого выбора необходимо понять, как компьютер производит наложение полупрозрачных слоев. Допустим, у нас есть слой 1, на который накладывается слой 2 с непрозрачностью α (от нуля до единицы). Тогда цвет полученного изображения определяется формулой

$$C_{(1-2)} = (1-\alpha) \cdot C_1 + \alpha \cdot C_2, \quad (1)$$

где C_1 обозначает исходный цвет соответствующего слоя. Легко видеть, что при $\alpha=0$ цвет результирующего слоя ($C_{(1-2)}$) совпадет с исходным цветом первого слоя (так как накладываемый слой полностью прозрачный). При увеличении непрозрачности вклад второго слоя постепенно возрастает. В предельном случае $\alpha=1$ второй слой полностью заместит первый (абсолютная непрозрачность).

Теперь рассмотрим третий слой с непрозрачностью β , который накладывается на результат, полученный от первого наложения. Формула 1 приобретет следующий вид:

$$C_{(1-3)} = (1-\beta) \cdot C_{(1-2)} + \beta \cdot C_3.$$

Подставим в эту формулу вместо цвета первого слоя результат первой операции:

$$C_{(1-3)} = (1-\beta) \cdot ((1-\alpha) \cdot C_1 + \alpha \cdot C_2) + \beta \cdot C_3 = (1-\alpha)(1-\beta) \cdot C_1 + \alpha(1-\beta) \cdot C_2 + \beta \cdot C_3. \quad (2)$$

Отсюда видно, что вклад третьего слоя определяется *исключительно его собственной непрозрачностью*. Уровень непрозрачности из предыдущей операции влияет только на два первых слоя (C_1 и C_2). Очевидно, данные рассуждения применимы и для всех последующих операций наложения.

Поскольку вклады слоев должны совпадать, получаем, что вклад каждого слоя выражается значением $1/n$ (если принять суммарный вклад всех слоев за единицу). Как только что было показано, вклад последнего слоя совпадает с его непрозрачностью (т.е. β). Можно математически показать, что при таком выборе непрозрачности очередного слоя не только последний, но и все предыдущие коэффициенты в формуле действительно будут равняться $1/n$ (в частности, будут равны между собой, что и требуется). Отсюда также следует, что порядок наложения слоев не имеет значения (что было вторым условием корректности метода).

Рассмотрим работу формулы 2 на примере. Пусть непрозрачность второго слоя равна 50% (т.е. $\alpha=0.5$), непрозрачность третьего слоя 33% (т.е. $\beta=0.33$). Подставим эти значения в формулу 2:

$$(1-0.5)(1-0.33) \cdot C_1 + 0.5(1-0.33) \cdot C_2 + 0.33 \cdot C_3 = 0.335 \cdot C_1 + 0.335 \cdot C_2 + 0.33 \cdot C_3.$$

Если строго следовать формуле, третий слой должен был бы иметь дробную непрозрачность: $1/3=0.33(3)=33.(3)\%$. Однако большинством существующих программ обработки изображений дробные значения процентов не воспринимаются, а потому значение может быть округлено (потеря не превосходит трети процента, что в случае большого количества изображений пренебрежимо мало). Из тех же соображений не рекомендуется пользоваться общей формулой после 5 слоя: шестой слой должен будет иметь непрозрачность 16.(6)%; седьмой – 14.285% и т.д., то есть наложение почти каждого из последующих слоев будет вносить потери, связанные с округлением, тогда как из первых пяти слоев погрешность вносит только третий.

При необходимости сводить большое количество фотографий, разумно разбить исходный набор фотографий на группы по пять, объединить фотографии из каждой группы, после чего рассматривать результаты как исходные изображения и повторить операцию. Очень важно, чтобы группы содержали равное число изображений, так как в противном случае нарушится основная симметрия формулы. Если выборка изображений не кратна пяти, можно разбить ее на группы по 3 или по 4. Кроме того, можно добавить в выборку изображений дополнительные равномерно-окрашенные изображения (например, полностью белые или полностью черные). Такая искусственная «добавка» не изменит черты полученного портрета, лишь сделает его чуть темнее или светлее (целиком!), но позволит добиться кратности числа изображений желаемому числу.

В качестве иллюстрации применения данного метода рассмотрим следующий набор из четырех изображений (рис. 4).

Каждое изображение поделено на девять равных по размеру полосок, имеющих некоторые (возможно, одинаковые) цвета. Данные изображения выполнены в режиме цветов «градации серого». В этом режиме каждый цвет кодируется одним числом от 0 (черный) до 255 (белый). Серые полосы соответствуют середине спектра (точное значение 127).

Такое простое кодирование позволяет рассчитать ожидаемый результат вручную и сравнить его с полученным в результате обобщенным изображением (рис. 5).

Рассмотрим первую полосу. Она является результатом обобщения четырех исходных полос с номером 1: трех белых (изображения 1–3, рис. 4) и одной полностью черной (изображение 4, рис. 4). Изображений четыре, вклады по условию должны быть равны. Поэтому цвет результирующего изоб-

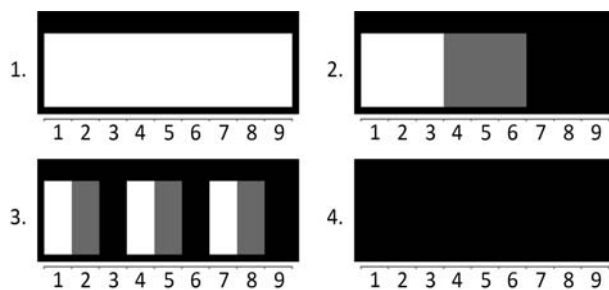


Рис. 4. Образцы обобщаемых изображений (условная выборка из 4-х изображений)

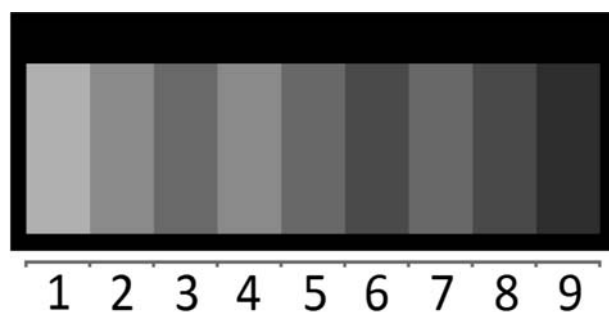


Рис. 5. Результат обобщения 4-х исходных изображений

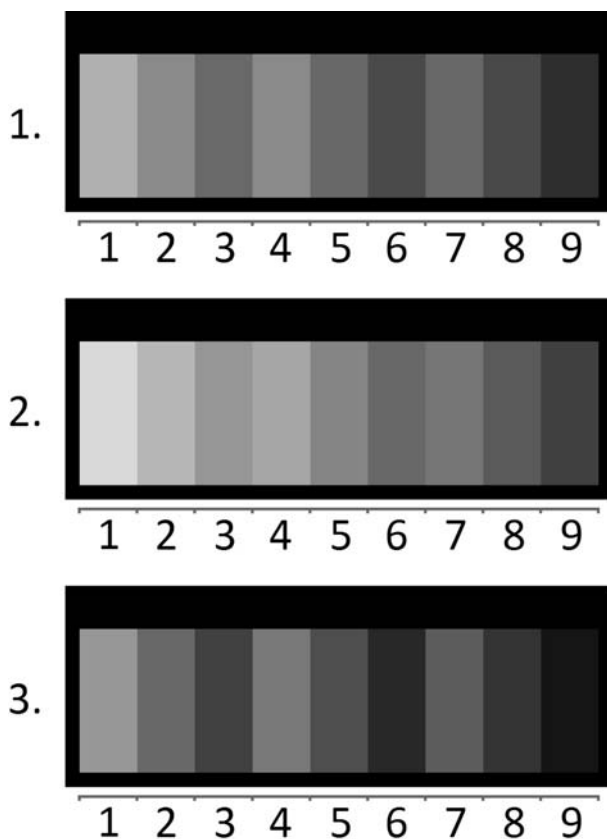


Рис. 6. Сравнение результатов обобщения по разным методикам

ражения должен определяться как сумма исходных цветов, деленная на четыре. Согласно указанному коду получаем:

$$(255+255+255+0)/4=191.25.$$

С помощью инструмента «замер цвета» (или «пипетка» в обозначении «Adobe Photoshop») можно проверить цвет первой полосы на итоговом изображении. Получаем значение 191, что в рамках погрешности на округление совпадает с ожиданиями.

Второй значимый образец обобщения получается при рассмотрении третьей и пятой полос. Третья полоса составлена из двух белых (два первых изображения, рис. 4) и двух черных (два последних, рис. 4) полос. Несложно посчитать, что ожидаемое значение равно $(2 \cdot 255 + 2 \cdot 0)/4 = 255/2 = 127.5$. Пятая полоса состоит из одной белой (изображение 1, рис. 4), двух серых (изображения 2 и 3, рис. 4) и одной черной полос (изображение 4, рис. 4). Интуитивно понятно, что результат должен быть таким же (белое и черное при усреднении дают серое). Численно: $(255 + 2 \cdot 127 + 0)/4 = 509/4 = 127.25$. При измерении цвета на результирующем изображении обычно получаемые значения равны 128 и 127 соответственно, хотя в зависимости от настроек программы обработки изображений значения могут отличаться от указанных на ± 1 тон (это происходит как раз из-за погрешности в треть процента при наложении третьего слоя, см. выше). В любом случае, оба значения достаточно близки к ожидаемым, то есть отличия не превосходят погрешности метода.

Аналогичное замечание о равенстве можно сделать и относительно шестой и восьмой полос. В данном случае все еще проще, поскольку обе эти полосы составлены из одного набора: две черных, одна серая и одна белая полосы. Естественно, результаты обобщения одинаковых наборов должны совпадать.

Наконец, сравним показанное выше изображение с результатами обобщения, полученными при наложении слоев с убыванием непрозрачности в геометрической прогрессии [Ивановская, 2005].

Изображение номер 1 (рис. 6) есть результат обобщения по предлагаемому нами методу, изображения 2 и 3 показывают результаты применения метода А.П. Ивановской при разном порядке добавления исходных изображений. Цифрой 2 отмечен «обобщенный портрет», в котором исходные изображения 1–4 сведены в порядке от первого к четвертому (четвертое, полностью черное изображение при этом попало в верхний слой с прозрачностью 12%), цифрой 3 – «обобщенный портрет», в котором изображения сведены в обратном порядке (первое, полностью белое изображение попало в верхний слой с прозрачностью

12%). Видно, что от порядка слоев существенно зависит результат. Так, на изображении 3 рисунка 6 цвета явно смещены в сторону затемнения. Это происходит именно из-за неравенства вкладов разных слоев: по сравнению с реальным равенством несколько ослаблен вклад третьего и существенно ослаблен вклад четвертого, в данном случае белого, слоя.

Кроме того, вопреки интуитивным предположениям, третья и пятая полосы не совпадают ни в одном из случаев; при этом ни одна из них не совпадает по цвету с 127 ± 1 , то есть с вычисленным выше ожидаемым значением.

Использование членов гармонического ряда для последовательности убывания непрозрачности слоев от нижних к верхним на фотографиях скульптур дало следующие результаты (рис. 7).

Заключение

Сравнение трех фотопортретов, полученных разными способами, показывает полную идентичность изображений, полученных с помощью цифровой симуляции мультиэкспозиции по методу Ф. Гальтона, и изображений, полученных в результате совмещения исходных фотографий с применением гармонической последовательности убывания непрозрачности от нижних слоев к верхним. В свою очередь оба этих изображения совершенно несхожи с обобщенными портретами, полученными из тех же исходных фотографий по методу А.П. Ивановской. Идентичность обобщенных портретов, полученных разными способами на основе одних и тех же исходных фотографий, является прямым доказательством научной достоверности применяемого метода (рис. 8–10).

Таким образом, авторы предлагают два различных способа составления обобщенных фотопортретов с использованием «Adobe Photoshop», которые дают идентичные результаты и не зависят от последовательности слоев.

Первый способ представляет собой точное цифровое воспроизведение метода Ф. Гальтона. Он подразумевает использование фильтра «Linear Burn» или «Линейное затемнение» для смешивания слоев, где значение непрозрачности каждого слоя – 100%, все слои сделаны монохромными с помощью различных инструментов программы «Adobe Photoshop», а продолжительность экспозиции эмулируется с помощью указания значения «Заливки».

Второй способ подразумевает совмещение изображений с использованием алгоритма совме-

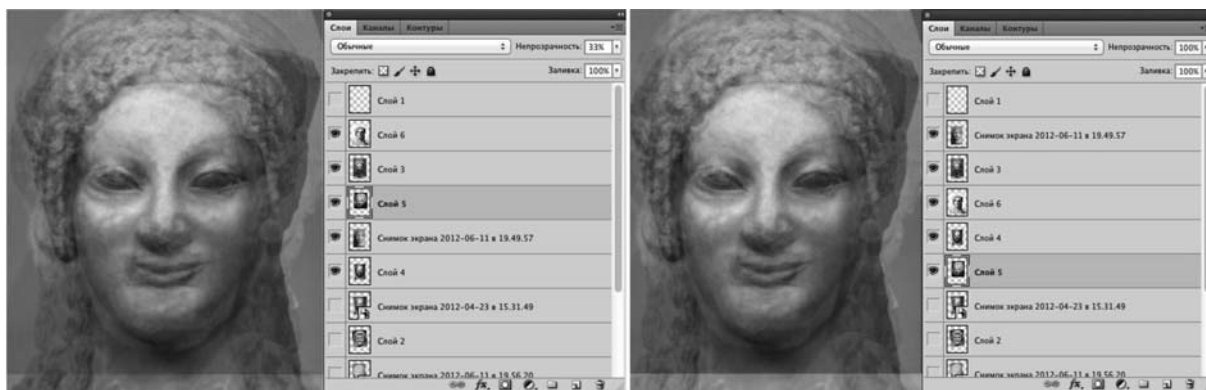


Рис. 7. Два идентичных изображения, полученных на основе одних и тех же исходных фотографий, совмещенных в различной последовательности с сохранением убывания непрозрачности слоев от нижних к верхним в гармонической последовательности



Рис. 8. Обобщенный портрет античных скульптур, полученный методом цифровой эмуляции метода Ф. Гальтона



Рис. 9. Обобщенный портрет античных скульптур, полученный методом наложения слоев с убыванием непрозрачности слоев в гармонической последовательности



Рис. 10. Обобщенный портрет античных скульптур, полученный методом наложения слоев с убыванием непрозрачности слоев в геометрической последовательности [Ивановская, 2005]

щения «Normal» (или «Обычный») с применением членов гармонического ряда для обозначения убывания процента непрозрачности слоев от нижних к верхним.

Таким образом, описанные методы следует считать достоверными методами выявления общих черт в сериях изображений, идентичными методу мультитекспозиции, примененному Ф. Гальтоном для получения обобщенных фотопортретов.

Авторы предлагают свои методики для открытого тестирования и обсуждения. К сожалению, авторам не удалось найти и протестировать программный продукт «BMPtone», создающий обобщенные портреты в автоматизированном режиме, на который опирается К.Э. Локк в своей диссертационной работе. Согласно опубликованным материалам [Локк, 2011], эта программа также эмулирует метод Ф. Гальтона. Между тем, описание алгоритма смешивания слоев в указанной

программе предполагает использование принципов наложения слоев, аналогичных тем, которые предложены в работе А.П. Ивановской, что, как показывает настоящее исследование, не является прямым аналогом метода Ф. Гальтона. Кроме того, смешивание слоев изображений в цветных кодировках требует специального обоснования, так как наложение цветных изображений с использованием классического метода Ф. Гальтона вызывает значительные трудности.

Библиография

Беликов А.В. История формирования понятия «стиль» в Европейской науке конца XIX–XX века // Вестник славянских культур, 2012. № 4.
Восточные славяне. Антропология и этническая истории. М.: Научный мир. С. 95–108.
Ивановская А.П. Технология создания обобщенного портрета. Курсовая работа. Рукопись. М.: Архив учебно-научного центра социальной антропологии РГГУ, 2005. 20 с.

Локк К.Э. Компьютерные методы суммирования изображений. Обобщенный и усредненный портреты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 1. С. 37–44.

Перевозчиков И.В., Маурер А.М. Обобщенный портрет: история, методы, результат // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2009. № 1. С. 35–44.

Пономаренко С. И. Adobe Photoshop 7. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. С. 325–407.

Arnheim R. Art and visual perception: a psychology of the creative eye. University of California Press, 1954. 408 p.

Galton F. Composite portraits made by combining those of many different persons into a single figure // Journal of the Anthropological Institute, 1879. Vol. 8. P. 132–148.

Galton F. Combined Portraits, and the Combination of Sense Impressions Generally. Proceedings of the Birmingham Philosophical Society, 1879a. P. 26–29.

Galton F. Composite portraiture // Photographic News, 1881. Vol. 25. P. 316–317, 332–333.

Galton F. Analytical photography // Photographic Journal, 1900. Vol. 25. P. 135–138.

Контактная информация:

Беликов Антон Витальевич: b_ant@mail.ru;

Гончаров Иннокентий Александрович: rtif91@gmail.com;

Гончарова Наталия Николаевна: 1455008@gmail.com.

THE METHODS OF USING DIGITIZED IMAGES IN CREATING COMPOSITE PHOTOGRAPH

A.V. Belikov¹, I.A. Goncharov², N.N. Goncharova³

¹ Institute of philosophy Russian Academy of Sciences, Moscow

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Mechanics and Mathematics, Moscow

³ Lomonosov Moscow State University, Biological faculty, Department of Anthropology, Moscow

At the turn of XIX century Francis Galton devised the method of composite photograph, which is widely used in yielding common features in the series of portraits in case of random access. Due to that peculiarity the method has a wide interdisciplinary potential. Our survey is devoted to the consideration of some existing techniques of creating a composite photograph in «Adobe Photoshop». Another issue, described in the article, is the search of the optimal way to emulate multiple exposures, which Galton used, with the help of digital techniques, saving the principals he assumed as a basis of the method. Existing procedures were tested through creating composite portraits of ancient marble statues from the collection of American School of Classical Studies at Athens. The authors, except few cases, used monochrome photos of the statues while examining the method. All images are from the same series and have equal characteristics of contrast and sharpness. They are also made in the similar chiaroscuro. The strengths and weaknesses of the existing methods of superimposition were analyzed. Authors also devised their own process, which helps to reproduce accurately the chemical processes that take place in photosensitive layers during multiple exposures with the help of Adobe Photoshop. Described technique was also verified by mathematical methods. Authors propose their practices for an open examination and discussion.

Keywords: composite photograph, digital methods, F. Galton, «Adobe Photoshop», portraits of ancient marble statues