

Ни для кого не секрет, что **Nikon Capture NX2 (NC)** является одним из лучших NEF-конверторов. Более того, алгоритм его работы аналогичен внутрикамерному этого же производителя. Поэтому, осознав принцип работы NC в области конвертирования, можно уже в процессе съемки оптимально настраивать камеру и получать более совершенные кадры с точки зрения технического качества!

Нас будет интересовать сам движок (в области цветопередачи), а не возможности по постобработке! Механизмы работы конвертора, на которые пользователь не может влиять, нами не будут рассмотрены или же очень кратко.

Очень важно для получения стабильного и качественного результата, чтобы матрица (с обязательной) соответствовала следующим требованиям:

- передаточные функции RGBG-каналов с выхода АЦП имели практически линейные характеристики и большой динамический диапазон (ДД). Это обязательное условие для минимизации искажений при последующих математических операциях в исходном RGB-пространстве;

- фильтры, установленные перед RGBG-ячейками матрицы, обеспечивали широкий цветовой охват (не уже AdobeRGB). Разумеется, любой фильтр ослабляет световой поток. Поэтому это ослабление необходимо компенсировать программным способом, как и цветовую температуру источника освещения.

Этапы конверсии можно условно разделить на следующие:

- 1) Подготовительные операции в исходном RGB-пространстве камеры;
- 2) Конверсия из аппаратно-зависимого цветового пространства в абстрактное Lab-пространство (PCS);
- 3) Возможность некоторой обработки изображения в аппаратно-независимом пространстве (Lab);
- 4) Преобразование из Lab в выходное пространство (AdobeRGB или sRGB).

1. Подготовительные операции в исходном RGB-пространстве камеры

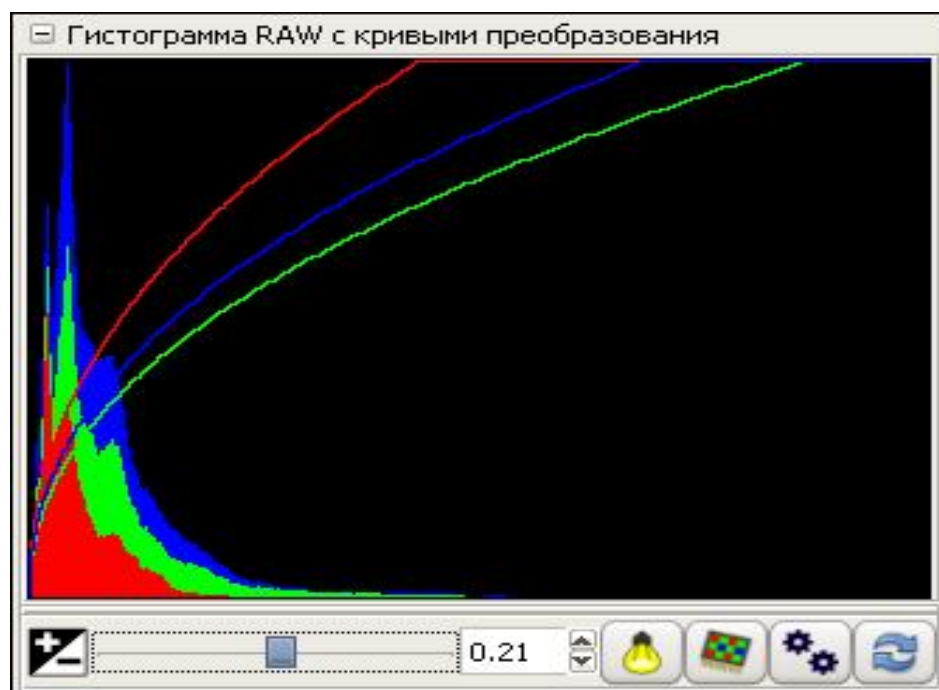
Разумеется, первым делом необходимо произвести интерполяцию недостающей информации о цвете пикселей, замаскировать битые пиксели (которые были выявлены еще производителем), повысить резкость, устранить артефакты интерполяции. Пользователь не вмешивается в эти алгоритмы, за исключением степени повышения резкости.

Следующей важной операцией является **применение баланса белого (ББ)**. Здесь роль пользователя велика, т.к. камера не всегда выставляет баланс адекватно. ББ корректируется путем балансировки RGB-каналов по уровню (обычно усиливаются данные R и B каналов). Технически это делается просто: каждый из каналов умножается на соответствующий ему коэффициент (обычно красный канал усиливается на 40-120%, синий – 10-60%, зеленый -0%). Эти операции делаются в линейной гамме (каналы с выхода АЦП линейны, есть запас ДД в светах), поэтому цветовые искажения минимальны. Шумы усиливаются пропорционально коэффициенту усиления. Сами коэффициенты определяются камерой (Авто ББ), либо выбранной предустановкой ББ, но в любом случае записываются в EXIF NEF-файла.

Экспозиция также значительно влияет на конечный результат. Но смысл её состоит не в балансировке каналов, а в одинаковом усилении или ослаблении всех RGB-каналов. Т.е. имеет место нормирование сигнала по уровню перед последующим преобразованием. Конечно, лучше всего экспозицию контролировать во время съемки по гистограмме и вводить поправки, но не всегда это получается и возможно. Тогда можно воспользоваться программной коррекцией, предусмотренной конвертором (секция «Quick Fix», параметр «Exp. Comp.»). Принцип работы аналогичен ББ, но коэффициенты усиления всех каналов идентичны. Операции также делаются в линейной гамме, поэтому цветовых искажений нет. Стоит заметить, что вводимая коррекция не находит пропорционального отклика в изменении яркости конечного изображения. Это связано с тем, что последующий процесс конверсии цветов имеет нелинейную природу (будет показано ниже).

Итак, у нас есть интерполированный сигнал, сбалансированный по каналам и нормированный по уровню. Он все еще находится в родном цветовом пространстве камеры с линейной гаммой, поэтому основная часть изображения находится в «тнях» родного пространства. Если просмотреть такое изображение в программе без системы управления цветом (CMS), то это будет «мрачная и обесцвеченная картина». Для уменьшения ошибок последующих преобразований вводят **предыскажения гаммы** непосредственно перед самим процессом конверсии цветов в Lab-пространство. Т.е. все каналы умножают не на коэффициенты, а применяют к ним кривые формы гаммы **1/2,222 (гистограмма приобретает привычный вид)**. На первый взгляд, кажется, что вводится нелинейный закон преобразования, который приведет к искажениям цвета. Но весь фокус в том, что цветовой профиль (применяется на следующем этапе) учитывает эти предыскажения (при условии балансировки каналов и точном нормировании уровня каналов).

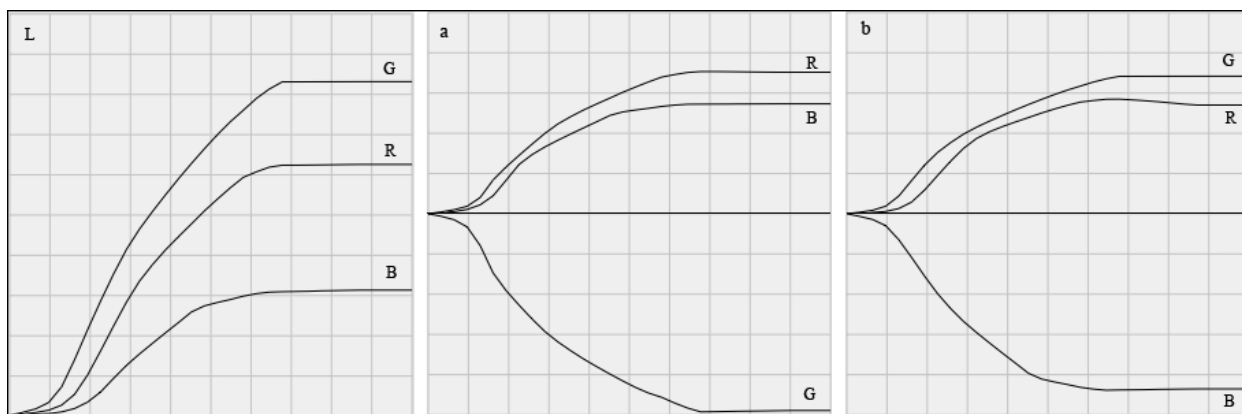
Теперь у нас имеется интерполированный сигнал, сбалансированный по каналам и нормированный по уровню, также к нему применена гамма-коррекция. Все эти подготовительные операции графически выглядят так:



На графике приведены результирующие кривые RGB-каналов подготовительного этапа.

2. Конверсия цветов из аппаратно-зависимого RGB-пространства камеры в аппаратно-независимое пространство (Lab)

Этот этап, вероятно, является ключевым во всей цепочке преобразования. Основывается он на применении цветowych **ICM-профилей** стандарта CMS. Профили содержат в себе таблицу CLUT преобразования из исходных RGB координат в аппаратно-независимое пространство Lab: каждой комбинации входных RGB значений однозначно соответствуют определенные координаты Lab. Точнее, это каркас. Для расчета промежуточных точек каркаса, отсутствующих в таблице CLUT, используется интерполяция. Графическая интерпретация принципа конверсии цветов для камеры Nikon D90 (Standard, Active D-Lighting on) приведена ниже:



По горизонтальной оси отложены входные значения R, G, B; по вертикали – выходные координаты компонент пространства Lab. Графики построены, когда входное значение одного из каналов (например, R-канала) изменяется от 0 до MAX, а значения оставшихся двух каналов равны 0 (G=0, B=0). Т.е. не учитывается взаимовлияние каналов, что несколько упрощено, но для понимания сути преобразования вполне достаточно.

Именно качественный цветовой профиль камеры является залогом успеха в деле конверсии цвета. Меняя параметры профиля (таблицу CLUT) можно создать разные варианты обработки. Таким образом, вся вариативность стилей обработки Picture Control основана на применении различных профилей (немного отличаются CLUT-таблицы). Все регулировки контраста, яркости, насыщенности и кривой коррекции яркости заложены в соответствующих профилях, которые при необходимости применяются для конверсии. Задача камеры и конвертора в этом случае состоит в выборе профиля, который соответствует текущему режиму обработки и его параметрам.

Другая задача профиля – это коррекция изображения с учетом восприятия. Скорее всего, что сначала создается нейтральный профиль и на основе его уже делаются все остальные с учетом сюжета съемки (Портрет, Пейзаж и др.). Это хорошо видно из таблиц конверсии: в «эффектных» режимах обработки происходит повышение насыщенности и контраста в области «эффектных» цветов. Причем, производитель водит эти поправки не на все пространство, а, допустим, на цвет зелени и неба (с учетом яркости), предполагая, что кадр правильно проэкспонирован и баланс белого применен точно, в противном случае все эти поправки могут даже ухудшить итоговое изображение. **Другими словами, чтоб на выходе после конверсии получить ожидаемые цвета, нужно на предварительном этапе (см. выше) правильно подготовить данные (сбалансировать каналы между собой и в целом).**

Отдельно стоит упомянуть режим **Active D-Lighting (ADL)**. В этом режиме профилем не корректируется яркость и контрастность (это делается позже, уже в Lab-пространстве, в соответствии с заданной степенью). Но этот профиль построен с учетом большого ДД сюжета, поэтому точно передает детали в тенях и светах, пусть за счет снижения контраста. Изображение после его применения выглядит ровным, насыщенным и цельным (очень напоминает негатив). На мой взгляд, эти профили более качественные, нежели простые профили режимов Picture Control. Причем, для разных уровней Active D-Lighting на этапе конверсии применяется один и тот же профиль (если не меняем режим Picture Control, насыщенность или сдвиг тона, а меняем только степень Active D-Lighting).

3. Обработка изображения в аппаратно-независимом пространстве Lab

Наиболее вероятно, что в Lab-пространстве производится не так уж много действий. Как мы отметили выше, изображение после конверсии при включенном режиме **«Active D-Lighting»** имеет пониженный контраст и недостаточную яркость, особенно теней. Поэтому на этом этапе происходит применение нелинейного алгоритма (учитывающего яркость соседних зон) повышения яркости и насыщенности теней, также повышается локальный контраст. Алгоритм отлично работает при низких и средних степенях воздействия, при максимальных – страдает структура изображения и сильно повышается уровень шума. Странно, но включить режим ADL позже в конверторе, если при съемке он был отключен, уже нельзя. Объективных причин этому явлению не видно, за исключением маркетинговых. Поэтому при съемке я всегда включаю ADL, позже его можно отключить в конверторе.

Также есть косвенные признаки тому, что технология **U-Point** применяется в Lab-пространстве. Например, пересвеченные области часто хорошо восстанавливаются (с добавлением информации) понижением яркости в точке с помощью U-Point. И это логично: ведь Lab имеет гораздо больший цветовой охват, нежели пространство конечного изображения. Для удобства работы эту технологию лучше применять после правки дисторсии, но до правки горизонта и обрезки (в случае отмены какого-нибудь этапа точки не смещаются).

4. Преобразование из Lab в выходное пространство (AdobeRGB или sRGB)

По этому этапу в сети много информации. Суть преобразования состоит в том, что цвета исходного пространства Lab нужно с минимальными потерями вписать в более узкое пространство (sRGB). Т.е. нужно выбрать алгоритм этого «вписывания». В качестве выходного пространства в большинстве случаев подойдет sRGB (часто встречается мнение его негодности, но это чаще связано не с самим пространством, а с ошибками конверсии и др.). Алгоритм преобразования можно выбрать в настройках конвертора (по умолчанию стоит «Перцепционный», что оправдано в большинстве случаев). Кривая в секции «Quick Fix» осуществляет регулировку в выходном RGB-пространстве, поэтому следует избегать активной работы этой кривой, что может привести к искажению цвета. Её лучше использовать для регулировки общего контраста, т.е. для расстановки точек черного и белого.

Выводы:

- 1) Основным недостатком конвертора на данный момент является, как ни странно, неудобство точной регулировки баланса белого, особенно по зелено-пурпурной оси. Есть вопросы к установке ББ по точке/области серого: не является ли это коррекция ББ уже в пространстве Lab после применения не совсем точного ББ на подготовительном этапе. Практически установлено, что после конверсии цветов с неточным ББ, в Lab-пространстве не удастся достичь точной цветопередачи путем смещения каналов а и b;
- 2) Принцип работы конвертора основан на применении качественных цветовых профилей, передовых технологиях ADL и U-Point. Причем, качество конвертирования в большой степени зависит от подготовительного этапа (ББ, экспокоррекция и выбор режима Picture Control).