

УДК 621.3:681.34

С.К. АБРАМОВ, А.А. ЗЕЛЕНСКИЙ, В.В. ЛУКИН, Н.Н. ПОНОМАРЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ TID2008 ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТРИК ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА И МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Рассмотрены подходы к использованию недавно созданной базы искаженных изображений TID2008 для анализа эффективности и разработки новых метрик визуального качества цветных изображений, а также методов обработки таких изображений, включая автоматическое оценивание характеристик помех и фильтрацию. Показано, что данная база полезна и активно используется для разнообразных приложений, в том числе тех, которые не прогнозировались при ее создании. На основе опыта авторов статьи и других ученых сформулированы направления дальнейшей модификации базы, а также указаны новые приложения, для которых использование базы может оказаться целесообразным.*

**Ключевые слова:** база TID2008, метрики визуального качества изображений, методы обработки изображений, методики использования

**Введение**

Цифровая обработка изображений – направление, включающее широкий спектр методов для разнообразных приложений. В основном, задачей обработки является повышение (или сохранение после обработки, например, сжатия с потерями) качества изображений, в первую очередь, визуального [1-3]. При этом наиболее интересный и важный практический случай – это обработка цветных изображений [1, 4].

Для того, чтобы адекватно характеризовать визуальное качество изображений до и после обработки, нужны специализированные, так называемые HVS (human visual system, то есть учитывающие особенности зрения человека) метрики [2, 5, 6]. Кроме того, необходимы специализированные базы цветных изображений, позволяющие в результате проведения экспериментов с большим количеством добровольцев сравнивать эти метрики между собой, оценивать их эффективность, выявлять достоинства и недостатки метрик, определять пути их модификации [2, 7, 8] и т.д. Первой из таких баз была создана база искаженных изображений LIVE [8], а в последующие годы было создано еще несколько баз цветных изображений, включая TID2008 [7, 9], Toyota [10] и другие.

База TID2008 [7, 9] была создана при участии авторов данной статьи и на данный момент она содержит наибольшее количество изображений с различными типами помех и искажений, наибольшее количество типов искажений и наиболее точные усредненные оценки визуального качества (MOS – mean opinion score). Благодаря этому база TID2008 фактически стала основным средством тестирования новых HVS-метрик [11], причем как универсальных,

то есть предназначенных для всех возможных (учтенных) типов искажений, так и специальных, предназначенных для применения в конкретных приложениях, например, сжатии с потерями [12]. Собственно обеспечение возможности разработки универсальных метрик (при наличии эталона) и их тестирования и было основной целью создания TID2008. Если в базе LIVE учтено 5 типов искажений, то в TID2008 число типов искажений – 17, то есть проверка адекватности метрик визуального качества может быть осуществлена более тщательно.

Однако, как показал опыт использования TID2008 в течение четырех лет, прошедших с момента ее создания и обеспечения доступности для других пользователей, база оказалась полезной и для ряда других применений.

Поэтому **целями данной статьи** являются:

- обобщить опыт использования базы для разработки новых и анализа эффективности известных HVS-метрик;
- рассмотреть другие приложения, для которых TID2008 уже использовалась или может быть использована в будущем;
- сформулировать основные направления дальнейшей модификации TID2008 и других баз цветных изображений.

**1. База TID2008 и ее основные характеристики**

Основой для базы TID2008 послужили 24 цветных изображения базы фирмы Кодак [13], полученные с высокой четкостью и в условиях хорошей освещенности, что позволяет в первом приближении

считать отсутствующими помехи цифрового фотоаппарата и эффекты смаза и дефокусировки. Изображения в базе фирмы Кодак имеют различный размер, что неудобно при выполнении сравнения нескольких изображений, представленных на экране монитора. Поэтому для каждого из изображений базы фирмы Кодак были вырезаны и сохранены наиболее информативные фрагменты одинакового размера (512 пикселей по горизонтали и 384 пикселя по вертикали с характерным для фотографий соотношением сторон 4:3). Такой размер (кратный 8 по горизонтали и вертикали) позволил легко применять методы сжатия на основе дискретного косинусного преобразования (ДКП). Поскольку все изображения в базе фирмы Кодак являются фотографиями естественных сцен, в базу TID2008 было добавлено одно искусственное, синтезированное нами, цветное изображение (т.к. желательно, чтобы HVS-метрики были применимы и при оценивании визуального качества таких искусственных изображений). Таким образом, было получено 25 эталонных изображений практически идеального качества.

Здесь необходимо отметить, что во многих научных публикациях эффективность методов цифровой обработки изображений (ЦОИ) часто анализируют для весьма малого количества тестовых изображений, не превышающего 5...8. При этом в ставших стандартом тестовых изображениях (в градациях серого) – Lenna, Babbar и нескольких других – присутствует собственный шум с дисперсией порядка 4...8 [14], что существенно затрудняет интерпретацию получаемых результатов [15] для методов фильтрации изображений и автоматического оценивания характеристик помех. Оценки дисперсии помех для эталонных изображений базы фирмы Кодак в несколько раз меньше, поэтому при анализе характеристик указанных выше методов ЦОИ целесообразно использовать именно этот набор тестовых изображений. Кроме того, все больший интерес представляет обработка цветных изображений, поскольку именно они наиболее распространены для таких современных приложений как Интернет, мультимедиа, цифровые фотоаппараты и т.п.

Первое достоинство TID2008, отличающее эту базу от других, состоит в большем количестве типов рассматриваемых искажений. Перечень типов искажений, а также приложения, для которых они характерны, и особенности HVS, проявляющиеся для каждого типа искажений, приведены в табл. 1. Искажения 4, 5, 7, 14-17 присутствуют только в базе TID2008, что позволяет повысить достоверность тестирования метрик при их верификации с использованием этой базы.

Вторая особенность TID2008 и полученных на ее основе оценок MOS [9] состоит в более высокой

точности этих оценок по сравнению с результатами для других баз. Этого удалось достичь за счет применения специальной методики сравнения искаженных изображений (с одновременным представлением на экране монитора трех изображений – двух искаженных и соответствующего неискаженного) и проведения очень большого количества экспериментов с добровольцами. Кроме того, благодаря этому достигается более высокая надежность сравнения адекватности различных метрик.

Третья особенность применения TID2008 заключается в том, что имеется возможность рассчитать показатели эффективности метрик (например, коэффициенты ранговой корреляции исследуемых метрик и MOS) как для всего набора искажений, так и для поднаборов, выбранных определенным способом [9, 17]. Благодаря этому можно сравнивать метрики для групп искажений и, соответственно, выбирать наилучшую для рассматриваемых приложений. Можно также для каждой конкретной метрики определить тип или типы искажений, для которых данная метрика не обладает желаемой адекватностью. Тогда появляется возможность целенаправленно усовершенствовать данную метрику таким образом, чтобы ее характеристики улучшились, и она стала более универсальной.

Четвертая особенность TID2008 заключается в том, что моделировались искажения с четырьмя уровнями. Моделирование проводилось таким образом, чтобы для искаженных изображений пиковое отношение сигнал-шум (ПОСШ) было примерно равно 21, 24, 27 и 30 дБ. Это позволяет сравнивать (при фиксированном ПОСШ) степень негативного влияния разных типов искажений на визуальное качество искаженных изображений путем анализа соответствующих значений MOS.

Таким образом, свойства базы TID2008, обеспеченные на этапах ее создания и получения MOS, позволили решить ряд важных задач, которые более подробно рассмотрены в следующем подразделе.

## 2. Начальный опыт использования TID2008

Как следует из анализа результатов [9], среди семи рассматриваемых типов шума (соответствующих искажениям 1-7, см. табл. 1) наиболее «неприятными», оказывающими наибольший негативный эффект на визуальное качество искаженных изображений, являются искажения типов 3 и 7, то есть пространственно-коррелированный шум и шум квантования. Негативный эффект от шумов типов 2 (более интенсивный шум в цветовых компонентах, чем для интенсивности) и 4 (маскированный шум) меньше, чем для пространственно-некоррели-

Таблица 1

Типы искажений, учтенные в базе тестовых изображений TID2008

№	Тип искажения (4 градации уровня искажения)	Соответствие практике	Учет особенностей HVS
1	Аддитивный шум	Регистрация изображений	Адаптивность, робастность
2	Аддитивный шум, неравномерно распределенный между компонентами YCbCr	Регистрация изображений	Цвет
3	Пространственно коррелированный шум	Цифровая фотография	Пространственные частоты, CSF
4	Маскированный шум	Сжатие, цифровые водяные знаки	Локальные контрасты
5	Высокочастотный шум	Водяные знаки	Пространственные частоты, CSF
6	Равномерный импульсный шум	Регистрация изображений	Робастность
7	Шум квантования	Оцифровка и гамма-коррекция	Цвет, пространственные частоты, CSF
8	Размытие (Gaussian blurring)	Регистрация, сжатие	Пространственные частоты, CSF
9	Результат подавления аддитивного шума ДКП 3D фильтром	Фильтрация изображений	Пространственные частоты, CSF, локальные контрасты
10	Сжатие JPEG	Сжатие JPEG	Пространственные частоты, CSF
11	Сжатие JPEG2000	Сжатие JPEG2000	Пространственные частоты, CSF
12	Сбои в канале передачи JPEG изображений	Передача данных	Оригинальность искажений
13	Сбои в канале передачи JPEG2000 изображений	Передача данных	Оригинальность искажений
14	Искажения с низкой степенью оригинальности	Сжатие, цифровые водяные знаки	Оригинальность искажений
15	Локальные блочные искажения с разной степенью интенсивности	Регистрация изображений	Равномерность распределения искажений на изображении
16	Изменения яркости	Регистрация изображений	Уровень яркости
17	Изменения контраста	Регистрация изображений, гамма-коррекция	Уровень яркости, локальные контрасты

рованного (белого) шума. Эти выводы указывают на актуальность обращения внимания на разработку методов фильтрации пространственно-коррелированных помех [18]. О целесообразности проведения таких исследований свидетельствует и другой факт – MOS для изображений после фильтрации (9-й тип искажений) часто (при высоком уровне помех) ниже, чем для изображений искаженных аддитивным белым гауссовым шумом (1-й тип помех). Таким образом, повышение ПОСШ в результате фильтрации на 1...3 дБ (а при интенсивных помехах в исходном изображении и более) далеко не всегда гарантирует улучшение визуального качества отфильтрованного изображения по сравнению с исходным (искаженными помехами). С такими эффектами хорошо знакомы многие разработчики фильтров для ЦОИ. В результате возникает проблема – а стоит ли вообще применять фильтрацию и как решить, когда ее применение целесообразно для по-

вышения визуального качества изображений и улучшения надежности решения таких задач, как классификация изображений, обнаружение границ и т.д. Некоторые ответы на эти вопросы даны в работах [19, 20].

Аналогично пространственно-коррелированным помехам и остаточным помехам после фильтрации, существенный негативный эффект на визуальное качество изображений оказывают смаз и дефокусировка (размытие) – 8-й тип искажений. Поэтому именно для методов восстановления изображений, ориентированных на устранение этого типа искажений, наиболее актуально применение HVS-метрик при анализе эффективности разрабатываемых и известных методов. Однако, в течение многих лет, HVS-метрики разработчиками методов восстановления изображений сознательно или бессознательно игнорировались. Лишь в последние годы появились пионерские работы в этом направлении [21, 22].

Для 10-го типа искажений (обусловленных сжатием JPEG) характерно визуальное качество, которое выше, чем для изображений, искаженных аддитивным белым шумом, если ПОСШ не ниже 27 дБ. Однако при большем уровне искажений визуальное качество сжатых изображений становится сравнимым с визуальным качеством дефокусированных изображений с таким же ПОСШ, что хорошо согласуется с визуальным впечатлением от изображений, сжатых с большим коэффициентом сжатия. Интересно, что MOS для изображений, сжатых JPEG, выше чем MOS для изображений, сжатых JPEG2000, при одинаковом ПОСШ. Это обусловлено тем, что стандарт JPEG оптимизирован под визуальное восприятие за счет использования неравномерного квантования коэффициентов ДКП. Именно поэтому сравнивать JPEG и JPEG2000, используя только метрику ПОСШ, некорректно [23]. Неправомерен и вывод, что вейвлетные преобразования – более эффективный инструмент сжатия с потерями, чем ДКП [24, 25]. В связи с этим становится частично понятным, почему новый стандарт JPEG2000 до сих пор не вытеснил JPEG для таких приложений, как сжатие цветных изображений в цифровых фотоаппаратах.

Сбои передачи сжатых изображений (12-й и 13-й типы искажений) весьма сильно ухудшают их визуальное качество, но только при условии, что они были замечены участником эксперимента при визуальном анализе, что происходит лишь при малых ПОСШ и для слаботекстурных изображений. Дело в том, что в текстурных изображениях искажения рассматриваемых двух типов заметны не всегда, особенно если время сравнения изображений не очень велико (например, до 10 секунд).

Последние четыре типа искажений (14-17) ранее не анализировались для других баз. Изменения среднего уровня (16-й тип искажений) вообще мало заметны при условии, что изменения «направлены» в одну сторону для всех цветовых компонент. Специфически зрение реагирует на изменение контраста. В принципе, любое изменение динамического диапазона представления изображений (как его увеличение, так и уменьшение) приводит к заметному снижению ПОСШ. Но при этом небольшое контрастирование (расширение динамического диапазона примерно в 1,2 раза) воспринимается людьми согласно данным [9] как улучшение визуального качества, что хорошо согласуется с результатами в области разработки методов контрастирования изображений [26]. Сужение динамического диапазона неизбежно приводит к ухудшению визуального качества. Чрезмерное контрастирование (например, расширение динамического диапазона в 1,5 раза) также приводит к снижению визуального качества согласно анализу [9]. Таким образом, с точки зрения

визуального качества существует определенный оптимум повышения контраста изображений.

Другие типы искажений (14-й и 15-й) на настоящий момент вообще слабо изучены (примеры таких искажений приведены на рис. 1 и 2). В частности, для блочных искажений (рис. 1) визуальное восприятие качества изображений, по-видимому, в большей степени определяется тем, какую часть изображения занимают блоки, чем тем, насколько значения изображений в этих блоках отличаются от истинных значений.

14-й тип искажений важен для такого современного приложения как внедрение цифровых знаков. Лишь в последнее время создателями базы TID2008 и рядом других ученых для анализа видимости (заметности) внедренных водяных знаков стали применяться HVS-метрики [27, 28].

Отметим, что использование ряда новых типов искажений в TID2008 резко снизило значение основного критерия адекватности метрик визуального качества и MOS – коэффициент ранговой корреляции Спирмена (КРГС) [29], который обычно определяют для исследуемой базы при анализе метрик (в идеале КРГС должен стремиться к единице). Если для базы LIVE значения КРГС превышают 0,9 для многих разработанных метрик визуального качества, то для базы TID2008 для всех метрик (за исключением недавно разработанной комплексной метрики [17]) значения КРГС не превосходят 0,9 [17, 30]. Это свидетельствует о большей сложности базы TID2008 по сравнению с другими базами искаженных изображений и ее способности выявлять недостатки уже разработанных метрик.

Многие авторы при анализе адекватности метрик визуального качества и MOS используют коэффициент корреляции Пирсона (ККП), что вынуждает их проводить предварительный фитинг (аппроксимацию и линеаризацию) данных. На наш взгляд, такой подход не совсем верен. Во-первых, можно использовать различные методы фитинга и, в результате, получать различные значения ККП для одной и той же метрики. При этом неясно, какой из методов фитинга является наилучшим. Во-вторых, основным из требований к метрике визуального качества является монотонность ее поведения, то есть значение метрики должно возрастать (реже убывать, как для метрики DCTune [31]), если визуальное качество изображений становится выше.

По нашему мнению, для пользователя важнее знать, какие значения метрики соответствуют каким свойствам искаженных изображений. Например, для метрики MSSIM [6] известно, что если ее значения превосходят 0,995, то искажения в изображении практически гарантированно визуальны незаметны [32]. Аналогично искажения визуальны незаметны,



а



б

Рис. 1. Тестовые изображения с блочными искажениями: а) 16 блоков; б) 2 блока



Рис. 2. Пример искажений 14-го типа (один участок изображения случайным образом заменяется другим, эти участки на рисунке справа выделены двумя кругами)

если для данного изображения значения метрики PSNR-HVS-M [5] превосходят 42 дБ [32]. Это важ-

ные свойства, наблюдаемые для разных изображений и типов искажений, поскольку для многих приложений, например при сжатии с потерями, значения метрики визуального качества рассчитываются и затем учитываются в цепи обратной связи для установки параметров алгоритма обработки (например, шага квантования кодера) [33]. Указанными свойствами не обладает ПОСШ, для которого, например, значение, равное 35 дБ, соответствует незаметности искажений для одних изображений и типов искажений, но при этом для других искажений и изображений искажения визуально заметны.

Отметим, что значения метрики MSSIM [6] изменяются от 0 до 1, а значения метрики PSNR-HVS-M [5] измеряются в дБ. Эти различия свойств указанных метрик не мешают опытному пользователю судить о визуальном качестве анализируемого изображения по конкретным значениям этих метрик и утверждать, что, например, изображения с MSSIM порядка 0,7 или PSNR-HVS-M порядка 20 дБ имеют низкое визуальное качество.

Авторы надеются, что изложенные выше результаты помогут разработчикам методов ЦОИ более продуктивно использовать метрики визуального качества для разнообразных приложений. В следующем подразделе рассмотрены пути совершенствования метрик визуального качества при наличии эталона.

### 3. Использование TID2008 для совершенствования метрик визуального качества

Расчет КРКС для отдельных групп (поднаборов) искажений позволил выявить недостатки ряда существующих метрик визуального качества. Например, в поднабор Actual [9] были включены 1, 3, 6-11 типы искажений (см. табл. 1), которые характерны для основных приложений ЦОИ (качество исходных изображений и результаты их сжатия и фильтрации). Для этого поднабора КРКС достаточно высок для разных метрик. Например, он равен 0,868 для MSSIM, 0,882 для SSIM [34] и 0,929 для PSNR-HVS-M. Вместе с тем, для поднабора Exotic [9], который включает типы искажений 6, 14 и 15, значения КРКС для этих метрик соответственно равны 0,478, 0,311 и 0,364, то есть, очевидно, являются неудовлетворительными. Это свидетельствует о неадекватности рассмотренных выше метрик для ситуаций, когда изображения имеют типы искажений 6, 14 и 15. Аналогичная ситуация имеет место и для типов искажений 16 и 17 [35]. Следовательно, становится понятным, к каким типам искажений необходимо «адаптировать» в целом «хорошие» метрики MSSIM, SSIM и PSNR-HVS-M для того, чтобы повысить их универсальность, то есть увели-

чить КПКС для всей базы.

Соответствующая работа по модификации метрик PSNR-HVS и PSNR-HVS-M была проведена в [36]. Полученные новые метрики PSNR-НА и PSNR-НМА характеризуются гораздо более высокими значениями КПКС для подборок, включающих типы искажений 12-17 в разных вариациях [36] (Exotic, Exotic2, Exotic3). В результате, значения КПКС для метрик PSNR-НА и PSNR-НМА оказались равными 0,868 и 0,848, в то время, как для метрик PSNR-HVS и PSNR-HVS-M они были, соответственно, равны 0,554 и 0,559.

Здесь следует отметить, что при разработке метрик PSNR-НА и PSNR-НМА была также учтена различная чувствительность зрения человека к искажениям в разных цветовых компонентах изображений. Аналогично авторам работы [37] удалось учесть указанную особенность и разработать метрику CMSSIM, для которой значения КПКС существенно больше, чем КПКС для MSSIM и SSIM, при таких типах искажений, как аддитивный белый гауссов шум, аддитивный шум в цветовых компонентах, высокочастотный шум, импульсный шум. Эти результаты свидетельствуют, что учет различной чувствительности зрения человека к искажениям в разных цветовых компонентах изображений является одним из направлений дальнейшего совершенствования метрик визуального качества (напомним, что многие метрики разработаны для анализа качества одноканальных изображений, а для цветных изображений их значения вычисляются простым усреднением значений метрики по цветовым компонентам).

Одновременно приведенные выше результаты также указывают на тот факт, что для разработки универсальных метрик визуального качества необходимо одновременно учитывать большое количество особенностей зрения человека. В частности, повышенное внимание в последнее время уделяется учету повышенного внимания человека к искажениям в областях высокой локальной активности изображений, то есть в окрестностях границ и малоразмерных объектов [30, 38, 39]. Если для метрики SSIM [40] КПКС для всех искажений базы TID2008 равен 0,8087 [17], то для метрики IW-SSIM, учитывающей указанную выше особенность зрения, КПКС оказывается равным 0,8559 [17], то есть заметно выше. Аналогичные улучшения при рассмотрении искажений типа аддитивный гауссов белый шум наблюдаются и для метрик wPSNR, wPSNR-HVS и wPSNR-HVS-M по сравнению с метриками PSNR, PSNR-HVS и PSNR-HVS-M соответственно [39].

Другой путь повышения универсальности метрик визуального качества (обеспечения повышения КПКС для всех типов искажений базы) – разработка

комбинированных метрик [17, 41-43], для которых улучшение характеристик достигается благодаря агрегированию нескольких «хороших» метрик визуального качества. В работе [17] реализована агрегация метрик PSNR-HVS-M, PSNR-HVS, PSNR-НА, PSNR-НМА, FSIM и специальным образом рассчитанных СКОш с использованием предварительного классификатора типов искажений. В результате для всех искажений базы TID2008 достигнут КПКС, равный 0,947, что на данный момент является наилучшим результатом в плане обеспечения универсальности метрики визуального качества.

Вместе с тем, этот путь совершенствования метрик связан с определенными рисками и недостатками. Во-первых, обучение комбинированной метрики, как правило, проводится для одной базы, что не гарантирует наилучших результатов при применении полученной метрики для другой базы или конкретной группы типов искажений. Во-вторых, разработанные метрики получают достаточно сложными и требуют значительного объема вычислений, что не всегда приемлемо на практике, поскольку для ряда приложений важное значение имеет быстрдействие вычисления метрики визуального качества [2, 40]. В-третьих, не исключено, что комбинированные метрики придется переобучать или заново оптимизировать их параметры, если будут предложены новые эффективные простые метрики визуального качества или придется учитывать новые, ранее не учтенные типы искажений.

Наконец, еще одна современная тенденция разработки и применения метрик визуального качества заключается в следующем. Обычно метрики рассчитываются для всего изображения в целом. При этом некоторые метрики получают в результате обработки всех значений изображения как единого целого, а другие метрики рассчитывают как результат суммирования некоторых величин в блоках относительно небольшого размера [5, 38]. В последнем случае появляется возможность строить и анализировать карты метрик визуального качества [44]. В какой-то степени такой подход связан с метриками визуального качества, ориентированными на детектирование слабо визуально заметных искажений (just noticeable distortions) [2]. Получение и анализ таких карт способствует более качественному исследованию эффективности методов фильтрации цветных изображений [44]. В частности, с использованием изображений из базы TID2008 показано, что даже наилучшие из фильтров могут локально ухудшать визуальное качество изображений [44].

#### 4. Другие применения TID2008

Здесь уместно перейти к другим, отличным от

разработки новых метрик и анализа их эффективности, применениям базы TID2008. Наличие в ней уже созданных изображений, искаженных тем или иным типом помех, оказалось полезным, в частности, экономящим время при проведении исследований для многих других приложений. Действительно, искаженные различными типами помех изображения можно фильтровать и анализировать эффективность различных фильтров для большого количества цветных изображений [44, 45]. Именно такой анализ позволяет комплексно оценивать эффективность фильтрации, выявлять недостатки фильтров, определять потенциальный предел эффективности фильтрации и реальную эффективность, достигаемую для существующих алгоритмов [44, 46, 47]. В частности, показано, что для изображений со сложной структурой, искаженных аддитивным гауссовым шумом, предел эффективности фильтрации практически достигнут. В то же время, для менее сложных изображений имеется существенный резерв повышения эффективности фильтрации, особенно при обработке цветных изображений.

Второе приложение, для которого в последние годы активно использовались изображения базы TID2008, искаженные различными типами помех, – это автоматическое оценивание характеристик помех [15, 48-50]. Наличие уже сгенерированных изображений с несколькими заданными значениями дисперсии помех позволяет проводить сравнительный анализ точностных характеристик автоматического (вслепую) оценивания дисперсии помех. Благодаря такому анализу, в частности, удалось выявить следующие недостатки существующих методов:

- влияние эффектов ограничения (клиппирования) на точность оценивания [48];
- проблематичность обеспечения приемлемой точности оценивания дисперсии для высокотекстурных изображений при использовании как методов, работающих в спектральной области, так и, особенно, методов, работающих в пространственной области [49, 50];
- низкую точность методов, работающих в спектральной области, при анализе изображений, искаженных пространственно-коррелированными помехами [49, 50];
- проблематичность обеспечения приемлемой точности при малой дисперсии помех [15].

При этом исходно в базе минимальное значение дисперсии помех было равно 65 для каждой цветовой компоненты. Однако, наличие в ней тестовых неискаженных изображений позволило сгенерировать изображения с более низким уровнем аддитивных помех, а также изображения, искаженные сигнально-зависимыми помехами [15].

Отсутствие в базе TID2008 изображений с низ-

ким уровнем искажений (это относится к помехам различного вида) является одним из ее недостатков, на что указывают авторы работы [51]. Если для различных типов помех не представляет особого труда сгенерировать зашумленные изображения с нужной дисперсией самостоятельно, то для других типов искажений это может оказаться проблематичным.

Еще одно применение TID2008 – анализ эффективности методов внедрения водяных знаков [27, 28]. Полезность базы для этого приложения обусловлена наличием в ней большого числа цветных изображений различной степени сложности – как текстурных, так и относительно простых.

Аналогично TID2008 использовалась рядом авторов [52, 53] при разработке и тестировании метрик визуального качества без эталона. С одной стороны, база TID2008 уже содержит изображения с большим количеством различных типов и уровней искажений, а также значения MOS для каждого из них. Это делает возможным разработку некоторой метрики визуального качества при отсутствии эталона, расчет ее значения для изображений базы и определение показателей адекватности этой метрики, например КРКС. С другой стороны, такой подход представляется не совсем верным. Более правильно, на наш взгляд, создавать специализированные базы искаженных изображений для тестирования и оптимизации метрик визуального качества без эталона. Одна такая база, названная NRTID, была недавно создана нами с учетом опыта создания TID2008 и специфики оценки визуального качества изображений при отсутствии эталона [54].

Особенностью NRTID является присутствие в ней изображений различного размера, что связано с влиянием этого фактора на оценку визуального качества изображения. Кроме того, специфика изображений в NRTID состоит в том, что на многих из них одновременно присутствуют несколько типов искажений, например, дефокусировка и эффекты сжатия с потерями. Кстати, отсутствие изображений с одновременным присутствием нескольких типов искажений в TID2008 также является ее недостатком.

В целом же, создание баз тестовых изображений, аналогичных TID2008, является актуальным для многих приложений. Например, тестовые наборы стандартных изображений отсутствуют в радиолокации, например, для моделирования радиолокационных изображений. В то же время метрики визуального качества все шире используются при анализе методов обработки радиолокационных изображений [55-57]. Аналогичная ситуация характерна и для гиперспектральных данных дистанционного зондирования, при анализе которых все шире используются метрики визуального качества [34, 58]. Поэтому представляется целесообразным использование

опыта создания и эксплуатации TID2008 при создании и использовании других типов баз тестовых изображений: радиолокационных, мульти- и гиперспектральных, медицинских. К счастью, становятся все более доступными базы реальных изображений данных типов, что позволяет определять для них характерные типы помех и искажений и использовать полученные сведения при моделировании тестовых данных.

### 5. Проблемы и пути модификации TID2008

Два недостатка базы TID2008 отмечены выше. Первый – отсутствие искаженных изображений с невысоким уровнем (мало заметных) помех и искажений. В этом плане, следуя методике создания TID2008, следует, по-видимому, сгенерировать и добавить в новую базу изображения, для которых ПОСШ было бы порядка 33 дБ.

Второй недостаток – в базе отсутствуют изображения с некоторыми типами искажений, важными для современных практических приложений. Среди таких типов искажений можно назвать следующие:

- одновременное присутствие двух и более типов искажений; в качестве примера можно назвать шум и искажения вследствие сжатия с потерями [59, 60], одновременное присутствие аддитивных помех и дефокусировки [61, 62], блочные эффекты и дефокусировка [61, 63] и т.д.;

- сигнально-зависимые помехи разного вида, в частности, чисто мультипликативные помехи, квазиПуассоновские помехи, смешанные помехи (например, аддитивный и импульсный шум) [64] и т.п.; результаты последних исследований [64] свидетельствуют о том, что восприятие изображений, искаженных такими типами помех далеко не однозначно укладывается в традиционные представления, в частности, далеко не всегда выполняется закон Вебера-Фехнера [65].

Естественно, что типы помех и искажений, которые в результате тщательного анализа нужд современных приложений будут выбраны для моделирования и учета в новой базе, должны быть сгенерированы таким образом, чтобы обеспечивать все пять уровней искажений.

Одной из проблем, которая возникнет после создания такой новой базы, является получение новых оценок MOS. Это трудоемкая процедура, в ходе которой хотелось бы в полной мере использовать полученные ранее результаты сравнения между собой изображений с уже имеющимися в TID2008 типами искажений. Поэтому придется разработать процедуру проведения сравнений изображений с

новыми типами и уровнями искажений между собой и с искаженными изображениями, уже имеющимися в базе TID2008.

### Заключение

Опыт, полученный в результате создания и использования базы TID2008, свидетельствует о возможности ее эффективного использования для разработки новых метрик визуального качества и получения достоверных данных для сравнения различных метрик. Вместе с тем, база может быть использована для решения широкого круга задач ЦОИ, включая оценивание параметров помех и искажений, фильтрацию, сжатие, внедрение водяных знаков и т.д. Определены возможные пути совершенствования базы, включающие, в первую очередь, учет новых типов искажений и моделирование мало заметных искажений.

### Литература

1. Bovik, A. *Handbook on Image and Video Processing [Text]* / A. Bovik. - USA, Academic Press, 2000. - 891 p.
2. Wu, H.R. *An Overview of Perceptual Processing for Digital Pictures [Text]* / H.R. Wu, W. Lin, L. Karam // ICME 2012: Proc. of Int. Conf., Melbourne (Australia), 9-13 July 2012. – P. 113-120.
3. Зряхов, М.С. *Обеспечение заданного качества при сжатии изображений с потерями [Текст]* / М.С. Зряхов, В.В. Лукин // *Радиотехника: всеукраинский межведомственный научн.-техн. сб., ХНУРЕ*. - 2005. - Вып. 143. - С. 76-82.
4. Plataniotis, K.N. *Color Image Processing and Applications [Text]* / K.N. Plataniotis, A.N. Venetianopoulos. – NY.: Springer-Verlag, 2000. – 355 p.
5. *On between-coefficient contrast masking of DCT basis functions [Text]* / N. Ponomarenko, F. Silvestri, K. Egiazarian, M. Carli, J. Astola, V. Lukin // *VPQM 2007: Proc. of the Third Int. Workshop, Scottsdale (USA), January 2007*. - Vol. 3. - 4 p.
6. Wang, Z. *Multi-scale structural similarity for image quality assessment [Text]* / Z. Wang, E.P. Simoncelli, A.C. Bovik // *IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*. - 2003. - Vol. 6. – 5 p.
7. *Metrics Performance Comparison for Color Image Database [Text]* / N. Ponomarenko, F. Battisti, K. Egiazarian, M. Carli, J. Astola, V. Lukin // *VPQM 2009: Proc. of int. conf., Scottsdale (USA), 14 – 16 January 2009*. – 6 p.
8. *LIVE Image Quality Assessment Database [Electronic resource]* – Available from: <http://live.ece.utexas.edu/research/quality/subjective.htm>. – 13.02.2012.
9. *TID2008 – A Database for Evaluation of Full-Reference Visual Quality Assessment Metrics [Text]* // N. Ponomarenko, V. Lukin, A. Zelensky, K. Egiazarian,



J. Astola, M. Carli, F. Battisti // *Успехи современной радиоэлектроники*. – 2009. – № 10. – С. 30-45.

10. MICT Image Quality Evaluation Database [Electronic resource] - Available from: <http://mict.eng.u-toyota.ac.jp/mictdb.html>. – 1.01.2010.

11. Moorthy, A.K. *Visual Quality Assessment Algorithms: What Does the Future Hold?* [Text] / A.K. Moorthy, A.C. Bovik // *Multimedia Tools and Applications*. – 2011. – Vol. 51, No. 2. – P. 675-696.

12. Lossy Compression of Images without Visible Distortions and Its Application [Text] / V.V. Lukin, M.S. Zriakhov, N.N. Ponomarenko, S.S. Krivenko, Zhenjiang Miao // *ICSP 2010: Proc. of int. conf., Beijing (China)*, 13-18 September 2010. – P. 698-701.

13. Kodak Lossless True Color Image Suite [Electronic resource] - Available from: <http://r0k.us/graphics/kodak/>. – 7.05.2010.

14. Zoran, D. *Scale Invariance and Noise in Natural Images* [Text] / D. Zoran, Y. Weiss // *ICCV*. – 2009. – P. 2209-2216.

15. *Image Informative Maps for Estimating Noise Standard Deviation and Texture Parameters* [Text] / M. Uss, B. Vozel, V. Lukin, S. Abramov, I. Baryshev, K. Chehdi // *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. – 2011. – Vol. 2011, Article ID 806516. – 12 p. DOI:10.1155/2011/806516.

16. TAMPERE IMAGE DATABASE 2008 TID2008, version 1.0 [Electronic resource]. - Available from: <http://ponomarenko.info/tid2008.htm>. – 7.05.2010.

17. Jin, L. *Perceptual Image Quality Assessment Using Block-Based Multi-Metric Fusion (BMMF)* [Text] / L. Jin, K. Egiazarian, C-C. Jay Kuo // *ICASSP: Proc. of int. conf., Kyoto (Japan)*, 25 – 30 March 2012. – P. 1145 – 1148.

18. Adaptive DCT-based filtering of images corrupted by spatially correlated noise [Text] / V. Lukin, N. Ponomarenko, K. Egiazarian, J. Astola // *SPIE Image Processing: Algorithms and Systems VI: Proc. of int. conf., San Jose (USA)*, 27 – 28 January 2008. – Vol. 6812. – 12 p.

19. Фильтрация цветных изображений: когда она необходима? [Текст] / В.В. Лукин, Д.В. Февралева, Н.Н. Пономаренко, С.К. Абрамов // *Радиоэлектроника и компьютерные системы*. – 2010. – №4(45). – С. 65 - 74.

20. Classification of Pre-filtered Multichannel Remote Sensing Images [Text] / V. Lukin, N. Ponomarenko, D. Fevrালেва, B. Vozel, K. Chehdi, A. Kurekin // *Remote Sensing – Advanced Techniques and Platforms / Edited by B. Escalante-Ramirez*. – Austria: In-Tech, 2012. – P. 75-98.

21. SSIM-Inspired Image Restoration Using Sparse Representation [Electronic resource] / A. Rehman, M. Rostami, Z. Wang, D. Brunet, E.R. Vrscay // *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. – 2012. – Vol. 2012:16. – Available from: <http://asp.erasipjournals.com/content/2012/1/16>. – 20.01.2012.

22. Nasonov, A.V. *Basic Edges Metrics for Image Deblurring* [Text] / A.V. Nasonov, A.S. Krylov // *Pattern*

*Recognition and Image Analysis: New Information Technologies: Proc. of int. conf., St. Petersburg (Russia)*, 5 – 12 December 2010. – Vol. 1. – P. 243-246.

23. Визуальное качество зашумленных оптических изображений при их сжатии с потерями [Текст] // В.В. Лукин, Н.Н. Пономаренко, М.С. Зряхов, С.С. Кривенко // *Системы обработки информации: сб. наук. праць Харк. унів-та Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*. – 2008. – Вып. 7 (74). – С. 78-86.

24. Performance Analysis of Visually Lossless Image Compression [Text] // N. Ponomarenko, A. Zemlyachenko, V. Lukin, K. Egiazarian, J. Astola // *VPQM: Proc. of int. conf., Scottsdale (USA)*, January 2012. – 6 p.

25. Comparison of lossy compression technique performance for real life color photo images [Text] / N. Ponomarenko, V. Lukin, K. Egiazarian, E. Delp // *Picture Coding Symposium: Proc. of int. symp., Chicago (USA)*, 6-8 May 2009. – 4 p.

26. Воробель, Р.А. Узагальнення опису зваженого та відносного контрасту елементів монохромного зображення [Текст] / Р.А. Воробель // *Відбір і обробка інформації: сб. наук. праць Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України* – 2010. – Вип. 34 (110). – С. 120-128.

27. Оценка визуальных искажений при внедрении в изображения цифровых водяных знаков [Текст] / О.И. Еремеев, Н.Н. Пономаренко, В.В. Лукин, А.А. Зеленский // *ДВІКТ Сучасні тенденції розвитку технологій в інфокомунікаціях та освіті: Матеріали 7-ї наукової конференції, Харків, листопад 2010 р.* – С. 20-23.

28. Joint Watermarking and Encryption of Color Images in the Fibonacci-Haar Domain [Text] / F. Battisti, M. Cancellaro, G. Boato, M. Carli, A. Neri // *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. – 2009. – Vol. 2009, Article ID 938515. – 13 p., doi:10.1155/2009/938515.

29. Kendall, M.G. *The advanced theory of statistics* [Text] / M.G. Kendall. – London: Charles Griffin & Company limited, 1945. – 457 p.

30. FSIM: a feature similarity index for image quality assessment [Text] / L. Zhang, L. Zhang, X. Mou, D. Zhang // *IEEE Trans. Image Processing*. – 2011. – Vol 20, no. 5. – P. 2378-2386.

31. DCTune 2.0: Perceptual Optimization of JPEG Images [Electronic resource]. – Available from: <http://vision.arc.nasa.gov/dctune/>. – 24.06.2002.

32. Lossy compression of images without visible distortions and its applications [Text] / V. Lukin, M. Zriakhov, S. Krivenko, N. Ponomarenko, Z. Miao // *ICSP 2010: Proc. of int. conf., Beijing (China)*, 24 – 28 October 2010. – P. 694-697.

33. Земляченко, А.Н. Ускорение сжатия изображений с требуемым визуальным качеством [Текст] / А.Н. Земляченко, О.Е. Колганова, В.В. Лукин // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2011. – №4(52). – С. 52-59.

34. Wang, Z. Mean squared error: love it or leave it? - A new look at signal fidelity measures [Text] / Z. Wang, A.C. Bovik // *IEEE Signal Processing Maga-*

zine. – 2009. – P. 98-117.

35. Color Image Database for Evaluation of Image Quality Metrics [Text] / N. Ponomarenko, M. Carli, V. Lukin, K. Egiazarian, J. Astola, F. Battisti / MMSP 2008: Proc. of Intern. Workshop, Cairns (Australia), 8-10 October 2008. – P. 403-408.

36. Modified image visual quality metrics for contrast change and mean shift accounting [Text] / N. Ponomarenko, O. Ereemeev, V. Lukin, K. Egiazarian, M. Carli // CADSM: Proc. of int. conf., Polyana-Svalyava (Ukraine), 23-25 February 2011. – P. 305-311.

37. Hassan, M. Structural Similarity Measure for Color Images [Text] / M. Hassan, C. Bhagvati // International Journal of Computer Applications. – 2012. – Vol. 43, No 14. – P. 7-12.

38. Wang, Z. Information content weighting for perceptual image quality assessment [Text] / Z Wang, Q. Li // IEEE Trans. on Image Processing. – 2011. – Vol 20, No 5. – P. 1185 – 1198.

39. Weighted mean square error for estimation of visual quality of image denoising methods [Text] / N. Ponomarenko, S. Krivenko, K. Egiazarian, V. Lukin, J. Astola // VPQM 2009: Proc. of int. conf., Scottsdale (USA), 13 – 15 January 2010. – 5 p.

40. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity [Text] / Z. Wang, A. Bovik, H. Sheikh, E. Simoncelli // IEEE Transactions on Image Processing. – 2004. – Vol. 13. – P. 600–612.

41. Okarma, K. Colour Image Quality Assessment Using the Combined Full-Reference Metric [Text] / K. Okarma // Advances in Intelligent and Soft Computing / Edited by R. Burduk et al. – Berlin: Springer-Verlag, 2011. – Vol. 95/2011. – P. 287-296, DOI: 10.1007/978-3-642-20320-6\_30.

42. Liu, T.-J. A multi-metric fusion approach to visual quality assessment [Text] / T.-J. Liu, W. Lin, C.-C.J. Kuo // QoMEX 2011: Proc. of int. workshop, Mechelen (Belgium), 7-9 September 2011. – P. 72-77.

43. Chetouani, A. A universal Full Reference image Quality Metric based on a neural fusion approach [Text] / A. Chetouani, A. Beghdadi, M. Deriche // ICIP 2010: Proc. of 17th IEEE int. conf., Hong Kong (China), 26-29 September 2010. – P. 251-2520.

44. Lukin, V. HVS-Metric-Based Performance Analysis Of Image Denoising Algorithms [Text] / V. Lukin, N. Ponomarenko, K. Egiazarian // EUVIP 2011: Proc. of int. conf., Paris (France), 4-6 July 2011. – P. 156-161.

45. Sharpness metric for no-reference image visual quality assessment [Text] / N.N. Ponomarenko, V.V. Lukin, O.I. Ieremeyev, K.O. Egiazarian, J.T. Astola // SPIE Image Processing: Algorithms and Systems VIII: Proc. of int. conf., San Jose (USA), 23-25 January 2012. – Vol. 8295. – 12 p.

46. Потенціальна ефективність фільтрації зображень: єсть ли предел и близок ли он? [Текст] / В.В. Лукин, С.К. Абрамов, А.А. Зеленский, Н.Н. Пономаренко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – №3(44). – С. 40-45.

47. Potential MSE of color image local filtering in component-wise and vector cases [Text] / M. Uss, B. Vozel, V. Lukin, K. Chehdi // CADSM 2011: Proc. of int. conf., Ukraine, 23-25 February 2011. – P. 91-101.

48. Абрамов, С.К. Проблемы и методы автоматического определения характеристик помех на изображениях [Текст] / С.К. Абрамов, А.А. Зеленский, В.В. Лукин // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – №2. – С. 25-34.

49. Blind methods for noise evaluation in multi-component images [Text] / V. Lukin, B. Vozel, S. Abramov, N. Ponomarenko, M. Uss, K. Chehdi, J. Astola // Multivariate image processing / J. Chanussot, C. Collet, K. Chehdi. – France: Wiley-ISTE Ltd, 2009. – P. 263-301.

50. Анализ методов автоматического оценивания дисперсии помех по базе тестовых цифровых изображений [Текст] / В.В. Лукин, С.К. Абрамов, М.Л. Усс, В.В. Забродина, Н.Н. Пономаренко, А.А. Зеленский, Б. Возель, К. Шеди // Методы цифровой обработки сигналов для решения прикладных задач / под ред. В.И. Марчука. – М.: Радиотехника, 2012. – С. 7-33.

51. Limitation and challenges of Image Quality Measurement [Text] / F. Zhang, S. Li, L. Ma, K.N. Ngan // VCIP 2010: Proc. of SPIE int. conf., Huang Shan (China), 11-14 July 2010. – Vol. 7744. – 8 p.

52. Unsupervised Feature Learning Framework for No-reference Image Quality Assessment [Text] / P. Ye, J. Kumar, L. Kang, D. Doermann // CVPR 2012: Proc. of int. conf., Providence (USA), 16-21 June 2012. – P. 1098-1105.

53. Yuan, W. No-reference Blur Index using Blur Comparisons [Text] / W. Yuan, A.C. Bovik, X. Wu // Electronic Letters. – 2011. – Vol. 47, Issue 17. – P. 962-963.

54. Statistical evaluation of no-reference image visual quality metrics [Text] / N. Ponomarenko, O. Ereemeev, K. Egiazarian, V. Lukin // EUVIP 2010: Proc. of int. conf., Paris (France), July 2010. – P. 50-54.

55. Gabarda, S. Speckle denoising through local rényi entropy smoothing [Text] / S. Gabarda, G. Cristóbal // CAIP 2011: Proc. of int. conf., Seville (Spain), 29-31 August 2011. – Vol. 2. – P. 340-347.

56. Denoising of single-look SAR images based on variance stabilization and non-local filters [Text] / M. Makitalo, A. Foi, D. Fevralev, V. Lukin // MMET 2010: Proc. of int. conf., Kiev (Ukraine), Sept 2010. – 4 p.

57. Combining level Set and Orthogonal Transforms for Speckle Reduction and Detail Preservation in SAR Images [Text] / D. Fevralev, V. Lukin, F.S. de Medeiros, R.C.P. Marques // MRRS 2011: Proc. of int. conf., Kiev (Ukraine), August 2011. – P. 199-202.

58. Земляченко, А.Н. Сжатие изображений без визуально заметных искажений [Текст] / А.Н. Земляченко, В.В. Лукин // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2011. – № 3. – С. 73-79.

59. Al-Chaykh, O.K. Lossy compression of noisy

images [Text] / O.K. Al-Chaykh, R.M. Mersereau // IEEE Transactions on Image Processing. - 1998. - Vol. 7 (12). - P. 1641-1652.

60. Lossy Compression of Noisy Images Based on Visual Quality: A Comprehensive Study [Text] / N. Ponomarenko, S. Krivenko, V. Lukin, K. Egiazarian // EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. - 2010. - 13 p., doi:10.1155/2010/976436.

61. Color image lossy compression based on blind evaluation and prediction of noise characteristics [Text] / N.N. Ponomarenko, V.V. Lukin, K. Egiazarian, L. Lepisto // Image Processing: Algorithms and Systems IX: Proc. of SPIE int. conf. San Francisco (USA), 24-25 Jan 2011. - Vol. 7870. - 12 p.

62. Ferzli, R. A No-Reference Objective Image Sharpness Metric Based on the Notion of Just Notice-

able Blur (JNB) [Text] / R. Ferzli, L.J. Karam // IEEE Transactions of Image Processing. - 2009. - Vol. 18, Issue 4. - P. 717-728.

63. Shnayderman, A. An SVD-Based Grayscale Image Quality Measure for Local and Global Assessment [Text] / A. Shnayderman, A. Gusev, A.M. Eskicioglu // IEEE Transactions on Image Processing. - 2006. - Vol. 15 (2). - P. 422-429.

64. Визуальне качество изображений при различных типах помех [Текст] / О.И. Еремеев, Н.Н. Пономаренко, Д.В. Февралев, В.В. Лукин // Радиоэлектронные и компьютерные системы. - 2012. - №2. - С. 49-57.

65. Закон Вебера – Фехнера [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>. - 27.09.2011.

Поступила в редакцию 22.11.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. каф. проектирования радиоэлектронных систем летательных аппаратов В.И. Коргунов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.

## ВИКОРИСТАННЯ БАЗИ TID2008 ПРИ РОЗРОБЦІ МЕТРИК ВІЗУАЛЬНОЇ ЯКОСТІ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

*С.К. Абрамов, О.О. Зеленський, В.В. Лукін, М.М. Пономаренко*

Розглянуто підходи до використання нещодавно створеної бази спотворених зображень TID2008 для аналізу ефективності й розробки нових метрик візуальної якості кольорових зображень, а також методів обробки таких зображень, включаючи автоматичне оцінювання характеристик завад та фільтрацію. Показано, що дана база корисна й активно використовується для різноманітних застосувань, у тому числі таких, що не прогнозувалися під час її створення. На основі досвіду авторів статті та інших вчених сформульовано напрямки подальшої модифікації бази, а також вказано нові застосування, для яких використання бази може виявитися доцільним.

**Ключові слова:** база TID2008, метрики візуальної якості зображень, методи обробки зображень, методи використання.

## TID2008 DATABASE USAGE EXPERIENCE FOR DESIGNING VISUAL QUALITY METRICS AND IMAGE PROCESSING METHODS

*S.K. Abramov, A.A. Zelensky, V.V. Lukin, N.N. Ponomarenko*

Approaches for using recently created database TID2008 of distorted images are considered. These approaches cover areas of analyzing efficiency and designing new visual quality metrics for color images as well as efficiency of image processing methods including blind noise variance evaluation and filtering. It is shown that TID2008 database is useful and intensively used for different applications including such ones that have not been predicted during its creation. Based on experience of authors and other scientists, the main approaches to further improvement of TID2008 are formulated. Besides, new applications for which the use of TID2008 database can appear reasonable are specified.

**Keywords:** TID2008 database, image visual quality metrics, image processing methods, practical use methodology.

**Абрамов Сергей Клавдиевич** – канд. техн. наук, доц., доц. каф. приема, передачи и обработки сигналов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: ask379@mail.ru.

**Зеленский Александр Алексеевич** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. приема, передачи и обработки сигналов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: zelensky@xai.kharkov.ua.

**Лукин Владимир Васильевич** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. приема, передачи и обработки сигналов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: lukin@xai.kharkov.ua.

**Пономаренко Николай Николаевич** – д-р техн. наук, доцент каф. приема, передачи и обработки сигналов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: uagames@mail.ru.