



УДК 676.226; 655.531; 655.3.066.22

© **І. В. Марчук**, магістрантка, **К. І. Золотухіна**,
канд. техн. наук, доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського,
Київ, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ ЕКСПОРТУ НА ЯКІСТЬ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

В роботі наведено результати дослідження залежності якості вихідного рекламного ролика від режимів та параметрів експорту. Було виконано аналіз технологій створення промороликів та особливостей їх стиснення та збереження, вивчено існуючі метрики оцінки якості відеоінформації. Запропоновано методика дослідження впливу параметрів експорту на суб'єктивну та об'єктивну оцінку якості відео, створено тестові фрагменти та проведено їх суб'єктивне й об'єктивне оцінювання, після чого здійснено статистичну обробку отриманих результатів та визначено вплив кожного параметра на якість відтворення фінального зразка.

Ключові слова: стандарти стиснення; метрики оцінки якості; суб'єктивна оцінка; відеоінформація; проморолик; параметри експорту відео; кодек стиснення; частота кадрів; роздільна здатність.

Постановка проблеми

Відеоролики дедалі частіше стають основним елементом у просуванні товарів послуг чи компанії в цілому. Кінцевий споживач даного продукту (реклами) постійно потребує ефективних та оригінальних рішень аби його увага була зосереджена на матеріалі. У цьому випадку головним та незамінним фактором залишається саме якість відображення матеріалу. Якісні рекламні відеоролики надають значні переваги для бізнесу, серед яких: збільшення залученості аудиторії; підвищення охоплення цільової аудиторії; збільшення конверсії цільової сторінки; збільшення продажів; формування довіри до бренду/компанії/торгової марки; підвищення впізнаваності бренду/компанії/торгової марки тощо. У випадку невідповідності даного критерію, незалежно від всіх інших факторів, результат не зможе стати конкурентоздатним.

Для отримання результату високої якості необхідно розуміти стратегію, чітко сформулювати задачі, цілі, а також вимоги до якості вихідного відеофайлу.

На якість відеоінформації впливають багато чинників, однак най-

важчими є: якість вихідного матеріалу; параметри експорту; частота кадрів; роздільна здатність; кодек стиснення; стандарти стиснення; метрики оцінки якості; суб'єктивна оцінка; відеоінформація; проморолик; параметри експорту відео; кодек стиснення; частота кадрів; роздільна здатність.



вагомим є застосований алгоритм кодування на етапі збереження змонтованих відеопослідовностей. Разом із забезпеченням значного зменшення обсягу, відео втрачає і якісні показники. Тому визначення раціонального співвідношення системи «кодек стиснення—якість» саме для найбільш популярних на сьогодні промороликів є актуальним напрямком дослідження.

Аналіз попередніх досліджень

Найпопулярніші відеокомпресори базуються на технологіях стиснення з втратами якості. Чи буде вихідний файл без втрат якості з точки зору сприйняття чи з неприродними втратами залежить від параметрів стиснення. Вибір методу, стандарту та алгоритму стиснення даних повинен повністю ґрунтуватись основним призначенням проекту, що розробляється, каналами поширення та методом його поширення [1].

Визначення ефективності застосування алгоритмів кодування, кодеків стиснення тощо, сьогодні забезпечується використанням різноманітних підходів та метрик оцінки якості опрацьованих, змонтованих та стиснутих відеофрагментів [1–4]. Технології кодування невпинно розвиваються, популярними є високоефективні технології кодування і стиснення відео, які викликають зацікавленість у науковців та дослідників.

Для забезпечення кращої ефективності та продуктивності процесу кодування відеоінформації проводилися дослідження [5–6] процесу стиснення даних формату 4K із визначенням ефек-

тивності сучасних алгоритмів кодування та встановленням раціональних параметрів.

Необхідність забезпечення якості відеопослідовностей призводить до покращення метрик, за допомогою яких можна об'єктивно та суб'єктивно оцінити відеофрагменти. Так, в роботі [7] виконано порівняння об'єктивних методів оцінки якості відео з різною роздільною здатністю. Метод, запропонований у роботі [8], був включений до міжнародних рекомендацій щодо об'єктивного вимірювання якості відео.

Відомо, що чим більшою буде кількість експертів, що братимуть участь в оцінюванні, тим кращим буде результат суб'єктивного оцінювання. Проте даний метод вважається найбільш матеріально затратним.

Найкращі результати дають методи, які можуть врахувати всі особливості людської системи зору, спеціально розроблені для оцінки якості кодування відео.

Постійне удосконалення алгоритмів стиснення потребує проведення актуальних досліджень щодо їх впливу на якість відеоінформації та виникають потреби у створенні спрощених методик оцінки алгоритмів кодування для визначення раціональних режимів та параметрів експорту у програмах відеомонтажу.

Для проведення дослідження було проаналізовано існуючі джерела інформації та розроблено алгоритм методики дослідження впливу параметрів експорту на суб'єктивну та об'єктивну оцінку якості відео (рис. 1).

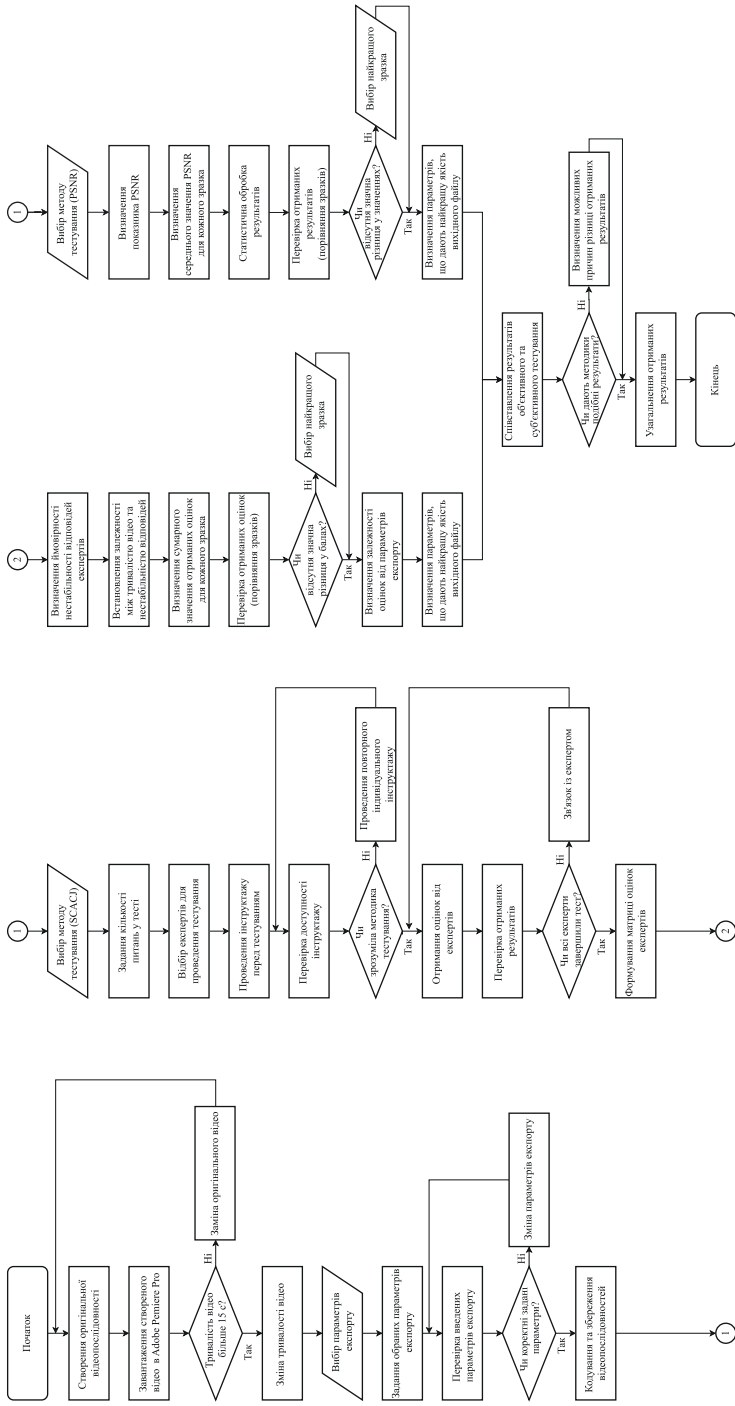


Рис. 1. Алгоритм методики дослідження впливу параметрів експорту на суб'єктивну та об'єктивну оцінку якості відео

**Мета роботи**

Визначення параметрів та режимів, що впливають на створення відеороликів та дослідження метрик оцінки їх якості залежно від застосованих алгоритмів та методів стиснення.

Результати проведених досліджень

Для подальшого дослідження впливу параметрів експорту на якість відтворення відеофайлу було створено тестові матеріали, що представляють собою нетривалі відеофрагменти, різної частоти кадрів, мають різне співвідношення сторін,

роздільну здатність та бітрейт. До цих файлів було використано декілька кодеків стиснення. У табл. 1 наведено основні параметри створених тестових зразків, за якими вони відрізняються один від одного.

Розроблені тестові зразки розділено на три групи за тривалістю (5, 10, 15 секунд). Це зможе полегшити для експертів процес сприйняття інформації. Це рішення є ефективним для методу попарного порівняння, дає можливість відслідкувати відмінності відповідей експертів залежно від тривалості тестових зразків.

Таблиця 1

Параметри розроблених тестів

№ зразка	Тривалість, с	Частота кадрів, кадрів/с	Співвідношення сторін кадру	Роздільна здатність, пк	Бітрейт, Мбіт/с	Кодек стиснення	Формат експорту
1	5	24	4:3	648×486	15	MPEG 2	mpg
2	5	24	16:9	1280×720	6	H.264	mp4
3	5	25	16:9	1920×1080	15	H.265	mp4
4	5	25	4:3	648×486	25	H.264	mp4
5	5	29,97	16:9	1280×720	25	MPEG 2	mpg
6	10	29,97	16:9	1280×720	6	MPEG 2	mpg
7	10	25	4:3	648×486	15	MPEG 2	mpg
8	10	29,97	16:9	1920×1080	6	H.265	mp4
9	10	24	16:9	1280×720	25	H.264	mp4
10	10	24	16:9	1920×1080	25	MPEG 2	mpg
11	15	25	16:9	1280×720	15	H.265	mp4
12	15	29,97	16:9	1280×720	15	H.264	mp4
13	15	25	4:3	648×486	6	MPEG 2	mpg
14	15	24	16:9	1920×1080	25	MPEG 2	mpg
15	15	29,97	16:9	1920×1080	15	MPEG 2	mpg



Кожному експерту буде представлено тест, що складатиметься з 13 запитань, серед яких і 3 додаткові питання згенеровані спеціально для стабілізації думки респондента. Ці питання зустрічатимуться в тесті декілька разів, про цей факт експертів повідомлено не буде.

Для початку тестування респондент повинен ввести своє ім'я чи ідентифікатор, після чого він отримає сповіщення, з інформацією стосовно назви тесту, ім'я експерта та кількості запитань, на які потрібно буде відповісти. Після відповіді на кожне запитання висвічуватиметься вікно із відомостями про прогрес виконання.

Загальну суб'єктивну оцінку якості відео буде визначено, використовуючи утиліту MSU Perceptual Video Quality tool [9] та методику парного порівняння [10].

Тестування виконуватиметься за наступним алгоритмом:

1. Створення тестових зразків за визначеними параметрами;
2. Визначення із методом тестування (SCACJ);
3. Визначення кількості запитань;
4. Пошук та відбір 18 експертів;
5. Оцінювання тестів експертами;
6. Аналіз отриманих результатів (розрахунок загальної оцінки на основі отриманих результатів) [11, 12].

В ході тестування на екрані девайсу, на якому запущено програму, експерту одночасно демонструватимуться два тестові зразки. Після перегляду відео експерт має оцінити якість кож-

ного зразка, у порівнянні один до одного. Таке питання впливатиме на екран після кожного перегляду пари тестових відео. Для оцінювання потрібно обрати одне значень від -3 (зразок ліворуч є набагато кращим) до 3 (зразок праворуч є значно кращим), 0 — зразки є однаковими.

Після представлення результатів оцінки якості розроблених тестів від всіх експертів, було виконано статистичний аналіз отриманих даних. Для загального представлення результатів оцінювання розраховано сумарний бал для кожного тестового фрагменту.

Виконано розрахунки середніх значень, отриманих залежно від кожного параметру експорту, переглянутих відеозразків. Визначено залежність оцінки експерта від кожного параметру, побудовано графічні залежності. Розраховано ймовірність нестабільності відповідей експертів відповідно до моделі Бредлі-Террі [13].

За результатами експертного тестування та оцінки якості створених тестових зразків складено відповідні матриці оцінок (табл. 2–4). В таблицях представлено розраховані підсумкову оцінку для кожної пари зразків та загальну кількість балів для кожного окремого зразка. Отримавши оцінки від всіх запрошених експертів, визначено їхню нестабільність відповідей.

Для кращого сприйняття результатів побудовано діаграму розподілу оцінок всіх експертів для тестових зразків (рис. 2).

З табл. 2–4 та рис. 2 видно, що експерти вважають найбільш якісними відеопослідовностями



Таблиця 2

Результати оцінки тестів тривалістю 5 секунд

№ тесту	1	2	3	4	5	Σa_j
1	—	10,67	10,67	10,00	8,33	39,67
2	10,67	—	14,33	2,33	3,33	30,67
3	10,67	14,33	—	17,00	15,00	57,00
4	10,00	2,33	17,00	—	2,00	31,33
5	8,33	3,33	15,00	2,00	—	28,67
Ймовірність нестабільності відповіді експертів						0,2

Таблиця 3

Результати оцінки тестів тривалістю 10 секунд

№ тесту	6	7	8	9	10	Σa_j
6	—	10,33	13,67	6,00	4,00	34,00
7	10,33	—	11,33	9,33	12,00	43,00
8	13,67	11,33	—	14,67	15,33	55,00
9	6,00	9,33	14,67	—	3,00	33,00
10	4,00	12,00	15,33	3,00	—	34,33
Ймовірність нестабільності відповіді експертів						0,08

Таблиця 4

Результати оцінки тестів тривалістю 15 секунд

№ тесту	11	12	13	14	15	Σa_j
11	—	12,67	6,67	12,67	10,33	42,33
12	12,67	—	10,67	2,67	3,00	29,00
13	6,67	10,67	—	11,33	12,00	40,67
14	12,67	2,67	11,33	—	1,33	28,00
15	10,33	3,00	12,00	1,33	—	26,67
Ймовірність нестабільності відповіді експертів						0,47

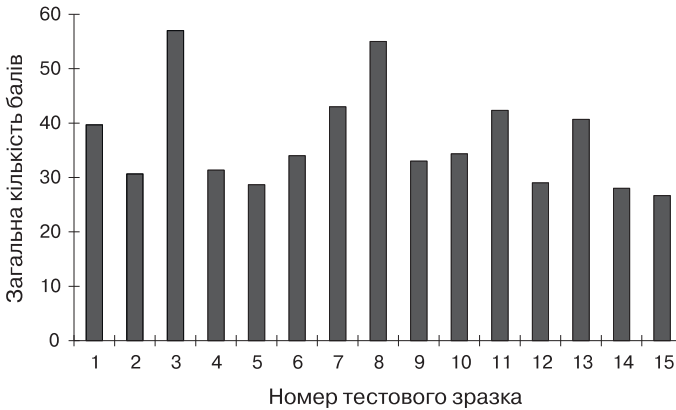


Рис. 2. Діаграма розподілу оцінок експертів

ми, серед створених та продемонстрованих для них, тестові зразки:

- тривалістю 5 секунд — № 3;
- тривалістю 10 секунд — № 8;
- тривалістю 15 секунд — № 11.

До всіх відеофрагментів застосовано кодек стиснення H.265 (HEVC) (табл. 2–4).

Визначено залежність отриманих оцінок експертів від параметрів експорту: розраховано середній бал оцінки експертів

Таблиця 5
Залежність експертної оцінки від кодеку стиснення відеофайлів

Кодек	№ зразка	Загальний бал	Середній бал
MPEG2	1	39,67	34,38
	5	28,67	
	6	34,00	
MPEG2	7	43,00	34,38
	10	34,33	
	13	40,67	
	14	28,00	
H.264	15	26,67	31,00
	2	30,67	
	4	31,33	
	9	33,00	
H.265	12	29,00	51,44
	3	57,00	
	8	55,00	
	11	42,33	

Таблиця 6
Залежність експертної оцінки від частоти кадрів відеофайлів

Частота кадрів, кадрів/с	№ зразка	Загальний бал	Середній бал
24	1	39,67	33,13
	2	30,67	
	9	33,00	
	10	34,33	
24	14	28,00	33,13
25	3	57,00	42,87
	4	31,33	
	7	43,00	
	11	42,33	
29,97	13	40,67	34,67
	5	28,67	
	6	34,00	
	8	55,00	
	12	29,00	
	15	26,67	



для кожного зразка залежно від його кодексу стиснення (табл. 5), частоти кадрів (табл. 6), а також роздільної здатності (табл. 7). Для наглядності отриманих результатів побудовано діаграми розподілу оцінок залежно від кожного зміненого параметру експорту (рис. 3–5).

З аналізу рисунків 3–5 можна стверджувати, що найкращу якість вихідного відеофайлу забезпечують наступні параметри експорту:

- кодек стиснення — H.265 (HEVC);
- частота кадрів — 25 кадрів/с;
- роздільна здатність екрану — 1920×1080;
- співвідношення сторін — 16:9.

Як видно з табл. 2–4 ймовірність нестабільності відповідей експертів значно відрізняється залежно від тривалості тестових

Таблиця 7
Залежність експертної оцінки від роздільної здатності відеофайлів

Роздільна здатність, пк	№ зразка	Загальний бал	Середній бал
1920×1080	3	57	40,2
	8	55	
	10	34,33	
	14	28	
	15	26,67	
1280×720	2	30,67	32,95
	5	28,67	
	6	34	
	9	33	
	11	42,33	
	12	29	
648×486	1	39,67	34,67
	4	31,33	
	7	43	
	13	40,67	

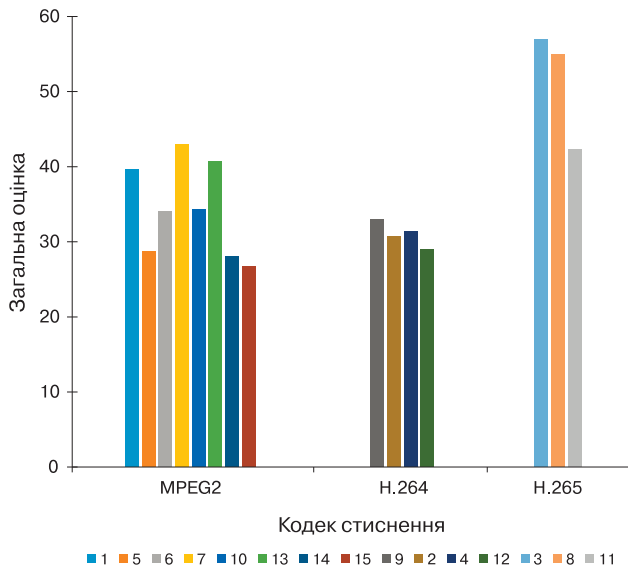


Рис. 3. Діаграма розподілу експертних оцінок залежно від кодексу стиснення відеофайлів

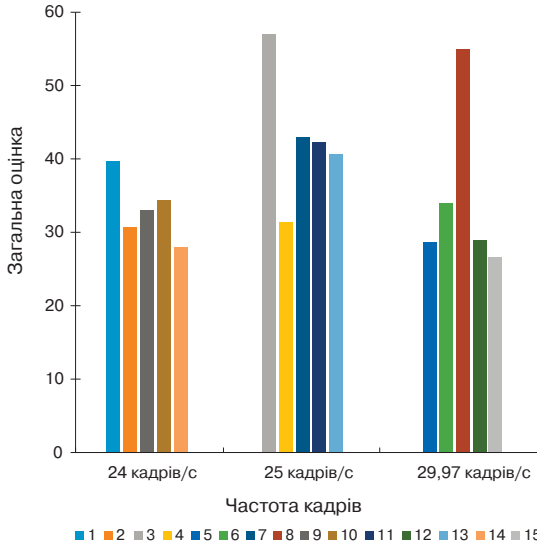


Рис. 4. Діаграма розподілу експертних оцінок залежно від частоти кадрів відеофайлів

відеопослідовностей. При тривалості 5 секунд даний показник складає 0,28, при 10-ти секундній тривалості — 0,08, а при 15-ти секундній — 0,48.

Для забезпечення достовірного результату, використовуючи суб'єктивні тести, не варто розробляти тестові кадри, що тривають більше 10 секунд, або

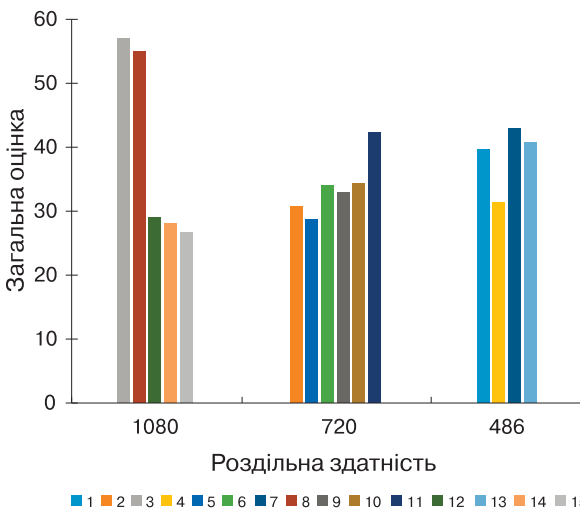


Рис. 5. Діаграма розподілу експертних оцінок залежно від роздільної здатності відеофайлів



є надто короткими. Це впливає на втому та концентрацію уваги експерта, його сприйняття.

Висновки

1. На думку експертів найбільш якісними зразками обраної відеопослідовності є тестові зразки до яких було застосовано кодек стиснення H.265 (HEVC).
2. Визначено, що найкращу якість вихідного відеофайлу за-

безпечуть наступні параметри: кодек стиснення — H.265 (HEVC); частота кадрів — 25 кадрів/с; роздільна здатність — 1920×1080; співвідношення сторін — 16:9.

3. Відеопослідовність, тривалістю менше 10 секунд, не є достатньою для коректної оцінки, експерт може не встигнути скласти загальне враження про зразок. Тривалість зразка в 10 секунд можна вважати оптимальною.

Список використаної літератури

1. Басюк Т. М. Методи та засоби мультимедійних інформаційних систем / Басюк Тарас Михайлович, Жежнич Павло Іванович; М-во освіти і науки України, Нац. Ун-т «Львів. Політехніка». — Львів: Вид-во Львів. Політехніки, 2015. 426 с.
2. Pastuszak G. Multisymbol Architecture of the Entropy Coder for H.265/HEVC Video Encoders / G. Pastuszak // IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems. 2020. pp. 1–11. Electronic ISSN: 1557-9999 2020; doi: [10.1109/TVLSI.2020.3016386](https://doi.org/10.1109/TVLSI.2020.3016386).
3. Layek Md Abu et al. Performance analysis of H. 264, H. 265, VP9 and AV1 video encoders / Md Abu Layek et al. // 19th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS). IEEE. 2017. pp. 322–325.
4. Uhrina M. et al. Impact of H. 264/AVC and H. 265/HEVC compression standards on the video quality for 4K resolution / M. Uhrina et al. // Digital image processing and computer graphics. 2014. Number 4, Volume 12. pp. 368–376.
5. Зоренко Я. Дослідження технологій кодування відеоінформації з роздільною здатністю 4K [Електронний ресурс] / Я. Зоренко, Н. Дениско // Квалілогія книги: зб. тез. доп. 2015. С. 30–36. Режим доступу: <http://195.211.87.6/uploads/kvalilog2.pdf#page=12>.
6. Зоренко Я. Методика визначення раціональних параметрів кодування відеоінформації формату 4K [Електронний ресурс] / Я. Зоренко, Н. Дениско // Технологія і техніка друкарства. 2016. № 2(52). С. 41–50. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(52\).2016.77625](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(52).2016.77625).
7. Vlaović J. Comparison of Objective Video Quality Assessment Methods on Videos With Different Spatial Resolutions / J. Vlaović, M. Vranješ, D. Grabić, D. Samardžija // 2019 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP). Osijek, Croatia. 2019. pp. 287–292. doi: [10.1109/IWSSIP.2019.8787324](https://doi.org/10.1109/IWSSIP.2019.8787324).
8. Lee C. Objective measurements of video quality using wavelet transform / C. Lee, O. Kwon // Optical Engineering. 2003. 42(1). pp. 265–272. <https://doi.org/10.1117/1.1523420>.
9. Perceptual video quality tool. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. MSU Graphics & Media Lab, 2005–2020. Режим доступу: http://www.compression.ru/video/quality_measure/perceptual_video_quality_tool.html (дата звернення 28.04.2020). Назва з екрана.
10. Олинович Н. А. Статистические методы в управлении качеством / Н. А. Олинович. Иркутск: ИргУПС, 2012. 142 с.



11. Оценка качества видео. Оценка адекватности объективных метрик качества видео [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. Электронні дані. IXBT, 1997–2020. Режим доступу: <http://www.ixbt.com/divideo/estimate2.shtml> (дата звернення 28.04.2020). Назва з екрана.

12. Оценка качества видео. Субъективная оценка качества видео. [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. Электронні дані. IXBT, 1997–2020. Режим доступу: <http://www.ixbt.com/divideo/estimate1.shtml> (дата звернення 28.04.2020). Назва з екрана.

13. Дэвид Г. Метод парных сравнений / пер. с англ. Н. Космарской, Д. Шмерлинга. М.: Статистика, 1978. 144 с.

References

1. Basiuk, T. M. & Zhezhnych, P. I. (2015). *Metody ta zasoby multymediinykh informatsiinykh system [Methods and Means of Multimedia Information Systems]*. Lviv: Vyd-vo Lviv. Politekhnyky, 426 p. [in Ukrainian].

2. Pastuszak, G. (2020). Multisymbol Architecture of the Entropy Coder for H.265/HEVC Video Encoders. *Journal of IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 1–11. doi: 10.1109/TVLSI.2020.3016386 [in English].

3. Layek, Md Abu et al. (2017). Performance analysis of H. 264, H. 265, VP9 and AV1 video encoders. *Journal of 19th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS). IEEE*, 322–325 [in English].

4. Uhrina, M. et al. (2014). Impact of H. 264/AVC and H. 265/HEVC compression standards on the video quality for 4K resolution. *Journal of Digital image processing and computer graphics*, Number 4, Volume 12, 368–376 [in English].

5. Zorenko, Ya. & Denysko, N. (2015). Doslidzhennia tekhnolohii koduvannia videoinformatsii z rozdilnoiui zdattistiu 4K [Research of Video Coding Technologies with a Resolution of 4K]. *Journal of Kvalilohiia knyhy*, 8, 30–36. Retrieved from <http://195.211.87.6/uploads/kvalilog2.pdf#page=12> [in Ukrainian].

6. Zorenko, Ya. & Denysko, N. (2016). Metodyka vyznachennya ratsional'nykh parametriv koduvannya videoinformatsiyyi formatu 4K [Methods for Determining the Rational Parameters of Video Coding in 4K Format]. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 2(52), 41–50. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(52\).2016.77625](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(52).2016.77625) [in Ukrainian].

7. Vlaović, J. & Vranješ, M. & Grabić, D. & Samardžija, D. (2019). Comparison of Objective Video Quality Assessment Methods on Videos With Different Spatial Resolutions. *Journal of 2019 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, 287–292. doi: 10.1109/IWSSIP.2019.8787324 [in English].

8. Lee, C. & Kwon, O. (2003). Objective measurements of video quality using wavelet transform. *Journal of Optical Engineering*, 42(1), 265–272. <https://doi.org/10.1117/1.1523420> [in English].

9. *Perceptual video quality tool. MSU Graphics & Media Lab*, 2005–2020. Retrieved from http://www.compression.ru/video/quality_measure/perceptual_video_quality_tool.html [in Russian].

10. Olinovich, N. A. (2012). *Statisticheskie metody v upravlenii kachestvom [Statistical Methods in Quality Management]*. Irkutsk: IrGUPS, 142 p. [in Russian].

11. Otsenka kachestva video. Otsenka adekvatnosti ob'ektivnykh metrik kachestva video [Video Quality Assessment. Assessment of the Adequacy of Objective Video Quality Metrics]. Retrieved from: <http://www.ixbt.com/divideo/estimate2.shtml> [in Russian].



12. *Otsenka kachestva video. Sub'ektivnaya otsenka kachestva video. IXBT, 1997–2020 [Video Quality Assessment. Subjective Assessment of Video Quality]*. Retrieved from: <http://www.ixbt.com/divideo/estimate1.shtml>. [in Russian].

13. Devid, G. (1978). *Metod parnykh sravneniy [Pairwise Comparison Method]*. Moscow: Statistika, 144 p. [in Russian].

The results of a study of the dependence of the quality of the original commercial on the modes and parameters of export are the paper presents. The analysis of technologies for creating promo videos and features of their compression and storage was performed, the existing metrics for assessing the quality of video information were studied. The method of research of influence of export parameters on subjective and objective estimation of quality of video is offered, test fragments are created and their subjective and objective estimation is carried out then statistical processing of the received results is carried out and influence of each parameter on quality of reproduction of a final sample is defined.

Keywords: compression standards; quality assessment metrics; subjective evaluation; video information; promo video; video export parameters; compression codec; frame rate; resolution.

Рецензент — Н. Л. Талімонова, канд. техн. наук,
доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 22.09.20