

**ДОДАТОК Б**  
**ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМАТИКОЮ РОБОТИ**



**MODERN SCIENCE: INNOVATIONS  
AND PROSPECTS**

Proceedings of II International Scientific and Practical Conference  
Stockholm, Sweden  
7-9 November 2021

**Stockholm, Sweden  
2021**

## UDC 001.1

The 2<sup>nd</sup> International scientific and practical conference “Modern science: innovations and prospects” (November 7-9, 2021) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2021. 804 p.

ISBN 978-91-87224-02-7

The recommended citation for this publication is:

*Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/i/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-7-9-noyabrya-2021-goda-stokholm-shvetsiya-arhiv/>.*

**Editor**

**Komarytsky M.L.**

*Ph.D. in Economics, Associate Professor*

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

**e-mail:** [sweden@sci-conf.com.ua](mailto:sweden@sci-conf.com.ua)

**homepage:** <https://sci-conf.com.ua>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 SSPG Publish ®

©2021 Authors of the articles

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 51. | <i>Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В., Насальський В. А., Пиріжок В. С.</i>                                | 286 |
|     | ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ В<br>ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ДВИГУНІВ З<br>ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ТЕХНОЛОГІЙ. |     |
| 52. | <i>Скряпник В. С., Журавлев Д. Ю., Андрейчиков Е. Ю., Болонный В. Т.</i>   | 292 |
|     | ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ТОРМОЗОВ.   |     |
| 53. | <i>Сорокіна А. П., Бабич М. І.</i>   | 302 |
|     | ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОРТИВНИХ<br>РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТСМЕНІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ<br>РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗБІРНОЇ. |     |
| 54. | <i>Стефанович І. С., Стефанович П. І., Прокопенко І. О.</i>  | 306 |
|     | ЯДЕРНИЙ ВИБУХ ТА ЙОГО ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ.  |     |
| 55. | <i>Твердохліб В. В., Харченко Н. А., Калініченко В. М., Галушка С. В.,<br/>Дяченко Д. А.</i>                             | 313 |
|     | ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ<br>КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ.   |     |
| 56. | <i>Твердохліб В. В., Юрченко В. Р., Ольховський В. І., Дяченко Д. А.</i>   | 317 |
|     | АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ<br>ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.  |     |
| 57. | <i>Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Мєранова Н. О.</i>  | 323 |
|     | ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ НАНОКОМПЗИТІВ ВІД ВЕЛИЧИНИ<br>ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ.  |     |
| 58. | <i>Харченко Н. А., Бойчук М. І., Дяченко Д. А.</i>   | 328 |
|     | ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ<br>МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ.   |     |
| 59. | <i>Чупайленко О. А., Ломова К. В., Журавель Н. В.</i>  | 331 |
|     | ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНИХ МІЖНАРОДНИХ<br>ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ.   |     |
| 60. | <i>Штрибець В. В., Трофименко А. О., Бойко С. О., Ткаченко В. В.</i>   | 335 |
|     | АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПІДШИПНИКІВ<br>СУДНОВИХ ВАЛОПРОВОДІВ.   |     |
|     | <b>PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES</b>  |     |
| 61. | <i>Піна К. Е., Лыстапова V. V.</i>   | 340 |
|     | UNSOLVABLE MATHEMATICAL PROBLEMS AND THEIR IMPACT<br>ON STUDENTS.  |     |
|     | <b>ARCHITECTURE</b>  |     |
| 62. | <i>Тіхонова О. А.</i>  | 343 |
|     | АСПЕКТИ GREEN BIM-МОДЕЛЮВАННЯ В АРХІТЕКТУРІ.   |     |
| 63. | <i>Фостаценко О. М., Архіпова К. К., Фостаценко Д. О., Трушина В. С.,<br/>Захарова С. О.</i>                             | 348 |
|     | ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ПАРКІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ.  |     |

## ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

**Твердохліб Віталій Вікторович**  
к.т.н.

**Харченко Наталія Андріївна**  
к.т.н., доц.

**Калініченко Владислав Максимович,**

**Галушка Сергій Вячеславович**

**Дяченко Денис Андрійович**

студенти

Харківський національний університет радіоелектроніки  
м. Харків, Україна

**Вступ.** Одночасно зі зростанням відсоткової частки відеотрафіку у Всесвітній мережі, яка на сьогодні становить більш, ніж 80%, спостерігається збільшення відсотку відеоінформації, критичної до втрат. Це накладає додаткові вимоги на методи обробки відеоінформації таким чином, щоб забезпечувалася мінімізація внесеної помилки з одночасним досягненням необхідного коефіцієнту стиснення.

**Мета роботи.** Аналіз шляхів підвищення коефіцієнту стиснення відеоданих за умови мінімізації внесених помилок.

**Матеріали і методи.** Виконується аналіз стандартизованих інструментів зниження інформаційної інтенсивності відео, що застосовуються технологіями кодування. Розкриття обмежень, властивих поширеним сьогодні підходам до стиснення відеоінформації може бути виконано на базі системного підходу, керуючись теоретичним апаратом аналізу складних систем. Формування рекомендацій відносно шляхів збільшення продуктивності існуючих методів обробки відео базується на положеннях теорії інформації та кодування.

У рамках сімейства MPEG на сьогодні використовується фронтальний принцип кодування, тобто, такий, за яким усі фрагменти  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$  що належать  $k$ -му слайсу  $\ell$ -го кадру у потоці обробляються за однаковим сценарієм.

Недоліком такого підходу є те, що семантична складова відеокадрів при цьому не ураховується. При цьому складаються умови, коли фрагмент  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$ , що не є семантично важливим, у результаті кодування буде представлено деякою кількістю  $R_{k,\ell}$ , яка для даного випадку буде не виправдано високою. Водночас, при цьому не гарантується, що кількість біт для опису семантично складного фрагменту буде достатньо. Тобто, має місце нерациональний розподіл інформаційної інтенсивності у межах слайсу (кадру).

У зв'язку з зазначеним, для збільшення коефіцієнту стиснення відео за умови мінімальної внесеної похибки пропонується такі шляхи удосконалення існуючих підходів до кодування, як:

- на етапі кодування без втрат застосування методів, що орієнтуються на усунення надмірностей, які ігноруються існуючими ймовірнісно-статистичними методами;

- застосування селективного підходу, у рамках якого попередньо виконується оцінка семантичної складності оброблюваного фрагменту.

Перший напрямок передбачає усунення структурної та комбінаторної надмірностей фрагменту  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$ .

**Для цього після етапу кватнізації фрагмент  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$  підлягає кодуванню у поліадичному просторі, за рахунок чого досягається:**

- у середньому у 2 рази вищий коефіцієнт стиснення порівняно з підходами на базі арифметичного кодування або кодування за Хафманом;

- зменшення часу обробки фрагменту  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$  та обчислювальних ресурсів за рахунок доко, що формування кодового опису  $E(\mathfrak{Q}_{k,\ell})$  фрагменту не потребує попереднього виконання лінеаризації компонент та процедури RLE;

- можливість резервування обчислювальної потужності, так як кількість операцій у ході побудови кодової конструкції  $E(\mathfrak{Q}_{k,\ell})$  є детермінованою та не залежить від особливостей його змісту на відміну від поширених сьогодні підходів до кодування без втрат.

У рамках другого напрямку кадр  $F(\ell)$  відеопотоку, або слайс  $S_\ell$  чи тайл  $T_\ell$  кадру, розглядаються як сукупність фрагментів різної семантичної складності.

Так, слайс  $S_\ell$  це може бути описано наступним виразом:

$$S_\ell = \{\mathcal{H}(\text{hi})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{H}(\text{med})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{H}(\text{low})_{k,\ell}\}, \quad (1)$$

де  $\{\mathcal{H}(\text{hi})_{k,\ell}\}$ ,  $\{\mathcal{H}(\text{med})_{k,\ell}\}$  та  $\{\mathcal{H}(\text{low})_{k,\ell}\}$  - множини фрагментів  $k$ -го слайсу  $\ell$ -го кадру, визнані семантично складними, середньо-складними та нескладними відповідно.

Для виявлення належності фрагменту до одного з зазначених типів за семантичною складністю, застосовується виявлення рівня його просторової  $\Omega(\mathcal{H}_{k,\ell})$  та спектральної складності  $\Xi(\mathcal{H}_{k,\ell})$ . Належність фрагменту до одного з типів визначається на базі порогового підходу.

Далі, виходячи з належності фрагменту до однієї з множин, відповідним чином виконується зміна кроку  $\eta$  квантування, а саме:

$$\begin{cases} \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{hi})_{k,\ell}\} | \eta := \eta - \nu; \\ \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{med})_{k,\ell}\} | \eta = \text{const}; \\ \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{low})_{k,\ell}\} | \eta := \eta + \nu, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\nu$  та  $\nu$  - величини зміни базового кроку квантування для семантично складних та нескладних фрагментів відповідно.

Розглянутий підхід може бути реалізовано на базі алгоритмів контурного аналізу. У цьому випадку замість вимірювання параметрів  $\Omega(\mathcal{H}_{k,\ell})$  та  $\Xi(\mathcal{H}_{k,\ell})$  виявляється факт присутності контуру у межах фрагменту  $\mathcal{H}_{k,\ell}$ . Виходячи з конкретних умов обробки, тут може бути застосовано різні шаблони лінійної фільтрації.

Наприклад, якщо умови обробки вимагають мінімізації часу виявлення контурів, може бути використано оператор Робертса, тоді як для виявлення контурів зі збільшеною точністю застосовуються оператори Собеля або Превіта. Тоді, аналогічно виразу (1), слайс  $S_\ell$  розглядатиметься як множина

$\{\mathcal{H}(\text{c})_{k,\ell}\}$  фрагментів, що містять контури та множина  $\{\mathcal{H}(\text{u})_{k,\ell}\}$ , фрагменти якої контурної інформації не містять, тобто:

$$S_\ell = \{\mathcal{H}(\text{c})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{H}(\text{u})_{k,\ell}\} \quad (3)$$

Аналогічним чином передбачається зміна кроку квантування для обробки фрагментів, а саме:

$$\begin{cases} \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{c})_{k,\ell}\} | \eta := \eta - \nu; \\ \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{u})_{k,\ell}\} | \eta := \eta + \nu. \end{cases} \quad (4)$$

**Результати та обговорення.** Застосування селективного підходу створює умови для більш раціонального розподілу інформаційної інтенсивності у межах фрагментів кодованого кадру. Це дозволяє збільшити коефіцієнт стиснення відео з внесенням мінімального рівня похибки.

Разом з тим, для уніфікації даного підходу необхідно додатково розробити механізми визначення величин зміни кроку квантування для фрагментів різної семантичної складності. Окрім цього, додаткових досліджень потребує принцип встановлення величин порогів для класифікації фрагментів за семантичною складністю.

**Висновки.** Розглянуто недоліки існуючого підходу до кодування відеоінформації. Обґрунтовано доцільність застосування механізмів кодоутворення оброблених фрагментів відео потоку у поліадичному просторі та використання селективного підходу до кодування. Такий підхід дозволяє розподіляти крок квантування між фрагментами кадрів (слайсів) залежно від їхньої семантичної складності, що дає змогу збільшити коефіцієнт стиснення за умови внесення мінімальної помилки у ході обробки відеопослідовності.

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ  
ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Твердохліб Віталій Вікторович  
к.т.н.

Юрченко Владислав Русланович  
студент

Ольховський Володимир Іванович  
студент

Дяченко Денис Андрійович  
студент

Харківський національний університет радіоелектроніки  
м. Харків, Україна

**Вступ.** Забезпечення якості надання відеоінформаційних мережевих послуг сьогодні є одним з найбільш актуальних завдань. Це зумовлюється як постійним ростом затребуваності даного класу послуг у суспільстві, так і складністю підтримки параметрів відеотрафіку на належному рівні. Це зумовлюється як жорсткими вимогами QoS щодо показників якості відновленого відео (найбільшою мірою – інтерактивного типу), так і нестабільністю пропускної здатності мережевих каналів. Тому на рівні джерела відеоданих необхідно побудувати процес кодування таким чином, щоб забезпечити динамічну зміну біткової швидкості стисненого потоку відповідно до змін поточного рівня пропускної здатності.

**Мета роботи.** Аналіз існуючих алгоритмів та технологій балансування біткової швидкості відео щодо пропускної здатності мережі.

**Матеріали і методи.** Аналізуються ключові методи та алгоритми, задіяні у процесі управління бітковою швидкістю потоку кодованих кадрів. Їхні виявлені недоліки обґрунтовуються базі системного підходу, базуючись на використанні теоретичного інструментарію аналізу складних систем. Висновки щодо проаналізованих методів та алгоритмів робляться з огляду на положення теорії інформації та кодування.

У загальному випадку зараз можна виділити 2 напрямки балансування біткової швидкості відео у мережі:

1. На рівні мережевих вузлів. Даний підхід ґрунтується на використанні «розумних черг» за пріоритетністю пакетів, резервуванні фізичних каналів та використанні протоколів маршрутизації. Завданням даного підходу є зменшення пульсуючого характеру відеотрафіку на ділянці мережі шляхом його перерозподілу, що забезпечується за умови, коли навантаження на мережеві вузли не перевищує у середньому 40%. Недоліки даного підходу такі:

- сумарне навантаження мережі при цьому не змінюється;
- підхід є неефективним при зростанні навантаження на мережеві вузли;
- в умовах надходження на мережевий вузол великої кількості пакетів, що належать різномірним сервісам критичного та інтерактивного типів за класифікацією QoS зростає ймовірність втрат деякої частини пакетів відеоданих.

2. На рівні джерела відеоінформації. Передбачається, що тут бітова швидкість  $V(t)$  пов'язана деякою функціональною залежністю  $V(t) = f(B(t))$  з пропускною здатністю  $B(t)$  мережі. При цьому, функціонал  $f$  описує механізм управління рівнем  $V(t)$  біткової швидкості з урахуванням  $B(t)$ .

На цьому принципі, зокрема, базується алгоритм SRC (scalable rate control), що входить до складу MPEG4 Part10. Алгоритм реалізовано на рівні кадру (грубий алгоритм), а також на рівні макроблоку (точний алгоритм). У першому випадку бітова швидкість  $V(t)$  джерела визначається як:

$$V(t) = \frac{\delta_1 \Lambda}{\ell} + \frac{\delta_2 \Lambda}{\ell^2}, \quad (1)$$

де  $\delta_1$  і  $\delta_2$  - відповідно, параметри моделі;

$\ell$  - величина кроку квантування;

$\Lambda$  - параметр складності кадру, (величина середньої абсолютної різниці залишкового кадру після компенсації руху).

Даний реліз алгоритму SRC застосовується на етапі обробки, наступному після етапу компенсації руху і передуючому обробці  $i$ -го кадру. На відміну від

грубого механізму управління інтенсивністю, точний механізм (розширення алгоритму SRC) орієнтований на роботу з макроблоками. Отже, у процесі обробки відеопотоку проводиться зміна величини  $\ell$  на рівні макроблоків, чим забезпечується більш точний контроль інтенсивності відеоданих

При цьому, у ході роботи алгоритму виконується визначення необхідного обсягу біт  $R_{mb}$  для кодування макроблоку, як показано наступним виразом:

$$V(t)_{mb} = HW(K \frac{\chi_i^2}{q_i} + C), \quad (2)$$

де  $HW$  - кількість пікселів у межах поточного макроблоку;

$\chi_i$  - величина відмінності значень хроматичності і яскравості залишкового макроблоку, що виражається через середньоквадратичне відхилення даних параметрів;

$\ell_i$  - величина кроку квантування;

$K$  і  $C$  - постійні параметри моделі.

У ході балансування бітової швидкості величина  $\ell_i$  знаходиться за величинами  $K$ ,  $C$ ,  $R_{mb}$  і  $\chi_i$  та беручи до уваги вагу  $q_i$  поточного макроблоку. При цьому, параметр  $q_i$  позначає рівень важливості, поточного макроблоку для суб'єктивного сприйняття відеокадру. Низькі значення  $q_i$  призначаються макроблокам, що не вносять суттєвого вкладу при візуалізації. Для них, у свою чергу, встановлюється величина кроку  $\ell_i$ , що сприяє їх квантування більш значно, ніж інших макроблоків.

Також значення величини  $q_i$  обирається з урахуванням мінімізації змін кроку квантування на випадок низьких бітових швидкостей. Це зумовлено тим, що у разі кожної зміни  $\ell_i$  здійснюється зростання обсягу службових даних у межах макроблоку на 5 біт. Тобто, на випадок незначних величин бітової швидкості ріст обсягу службової інформації може бути критичним, відтак - необхідно скоротити кількість змін  $\ell_i$ .

Разом з тим, дане обмеження відносно кількості змін значення кроку

квантування не поширюється на випадки обробки відеоданих з високою інтенсивністю. Тобто, при значній бітовій швидкості допускається часта зміна параметра  $\ell_i$ . Таким чином, за умови малого обсягу вихідного буфера кодера даний підхід до управління інтенсивністю дозволяє забезпечити:

- візуальну якість відновленої відеоінформації на прийнятному рівні;
- мінімізацію часу затримки на виконання кодування.

Водночас, аналіз принципів функціонування SRC свідчить про те, що даний алгоритм має ряд суттєвих недоліків, а саме:

- на випадок використання механізму балансування без адаптації параметрів, керування бітовою швидкістю виконується виключно на рівні групи кадрів, при цьому аналогічні параметри стиснення розповсюджуються на всі кадри у групі.

Відтак, деяка кількість кадрів групи може бути кодовано з невиправдано високою якістю, тоді як для інших кадрів може бути внесено суттєву помилку, що спричинює істотні втрати якості;

- прийятна якість відео, а також мінімальна величина затримки забезпечуються в разі їх обробки для режиму низьких інтенсивностей;
- обмеження щодо роздільної здатності, часових інтервалів і діапазонів інтенсивностей застосування алгоритму SRC, що не дозволяє розглядати його як універсальний засіб для управління інтенсивністю відеоданих.

Ще одним підходом до балансування бітової швидкості відео є технологія ABR (adaptive bit-rate), що зараз використовується багатьма сервісами VoD. У рамках ABR на рівні файлоховища відео для одного джерела (вмісного файлу) створюється множина відеопотоків різних роздільних здатностей, що мають різні рівні бітової швидкості.

На базі даних потоків утворюється сукупність  $I$  прошарків якості, які, у свою чергу, підлягають поділу на часові відрізки  $t_{a,b}$ . Для цих відрізків справедливою є умова:

$$t(I)_b = t(a)_b = t(A)_b \quad (3)$$

Під час передавання  $b$ -го відеопотоку, якщо складаються умови, коли

$V(t) > B(t)$ , виконується вибір  $t(a-1)_b$ -го (наступного шижчого) прошарку якості за умови, що у поточний час транслюється  $t(a)_b$ -й, більш високий за якістю та бітовою швидкістю. У наслідок цього здійснюється ітераційний перехід до такого прошарку якості, коли забезпечується виконання умови  $V(t) \leq B(t)$ .

**До недоліків технології ABR можна віднести:**

- відсутність алгоритмів контролю та гарантування якості відео;
- надмірне завантаження файлохранищ, що спричинюється необхідністю зберігання ряду відеофайлів різної роздільної здатності для кожного вихідного джерела;
- низька ефективність на випадок застосування для відеосервісів реального часу.

**Результати та обговорення.** За результатами розглянутого матеріалу можна констатувати доцільність реалізації механізмів балансування бітової швидкості відео потоку саме на рівні джерела. Це пояснюється як відсутністю недоліків, властивих технологіям ABR та механізмам балансування на рівні мережевих вузлів, так і можливістю застосування широкого інструментарію для оперативної зміни бітової швидкості у реальному часі. Це можуть бути усі механізми, що входять до базових технологій кодування у рамках MPEG у різних комбінаціях

**Висновки.** Виконано аналіз ряду поширених підходів до балансування бітової швидкості відеопотоку відносно динаміки пропускної спроможності мереж. Показано, що підходам до балансування бітової швидкості на рівні мережевих вузлів, та за рахунок створення сітки джерел відео різної бітової швидкості властивий ряд недоліків та обмежень, що не дозволяють їх розглядати у якості уніфікованих засобів.

Проте, найбільш ефективним є підхід, у рамках якого баланс бітової швидкості відео відносно пропускної спроможності досягається шляхом оперативної зміни параметрів кодування.

Для збільшення продуктивності цих методів може бути використано

динамічну зміну рівня структурних одиниць потоку, відносно яких виконується кодування, та одночасного застосування ряду технологічних процесів (наприклад, вибір формату колірної субдискретизації, квантування, сторонні механізми) для досягнення балансу бітової швидкості відносно пропускної спроможності.