

DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-117-123](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-117-123)  
УДК 621.317

Ю.О. Подчашинський, д.т.н., проф.  
Ю.О. Шавурський, к.т.н., доц.  
Л.О. Чепюк, к.т.н.

Т.С. Воронова, асистент

Державний університет «Житомирська політехніка»

## Зменшення об'єму цифрових даних вимірювальної відеоінформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах

У статті розглядається стиснення цифрових даних вимірювальної відеоінформації. Таке стиснення є складовою частиною процесу перетворення даних у комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах, що призначені для вимірювання лінійних і кутових переміщень об'єктів. Стиснення часових послідовностей відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про геометричні параметри та параметри руху об'єктів, необхідне для підвищення точності та швидкодії засобів вимірювання механічних величин. Таке стиснення дозволяє суттєво зменшити об'єм цифрових даних відеозображень. У результаті зображення передаються по комп'ютерним мережам з прийнятними показниками швидкодії та зберігаються в пам'яті. Стиснення відеозображень приводить до виникнення похибок вимірювальної інформації та відповідно, знижується точність визначення геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів. Запропоновано математичну модель похибок вимірювальної інформації на стиснутих відеозображеннях. Ця математична модель дозволяє визначити вплив стиснення на точність вимірювань геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів залежно від параметрів алгоритму стиснення. На основі математичної моделі похибок вимірювальної інформації визначено параметри методу JPEG, які доцільно використовувати при стисненні відеозображень у часовій послідовності, що відображає геометричні параметри та параметри руху об'єктів. Це дозволяє підвищити точність вимірювань за рахунок фільтрації шумів, що виникли в процесі формування відеозображень. Наведено експериментальну оцінку похибок вимірювань, пов'язаних зі стисненням.

**Ключові слова:** відеозображення з вимірювальною інформацією; похибки вимірювань; стиснення відеозображень.

**Актуальність теми.** Вимірювання динаміки лінійних і кутових переміщень об'єктів вимагає отримання послідовності відеозображень з високою частотою кадрів. Це призводить до необхідності реєстрації і накопичення в реальному масштабі часу дуже великого об'єму цифрових даних вимірювальної відеоінформації, що неможливо навіть для сучасних апаратних засобів [1, 2]. Тому актуальним є завдання зменшення об'єму цифрової відеоінформації про об'єкт вимірювань.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** Цифрову обробку зображень у роботах розглядали Б.Яне [1], Г.Ю. Шліхт [2], А.А. Лук'яніца, А.Г. Шишкін [3], У.Претт [4], В.А. Сойфер [5]. Формати даних розглянуто у роботах Г.Борн [6], Д.Мюррей, У. Ван Райпер [7]. Методи стиснення зображень розглянуто у роботах Д.Селомон [8], С.Уелстід [9], G.K. Wallace [10]. Комп'ютеризована обробка сигналів та відеозображень розглянута у [11, 12].

**Метою статті** є дослідження впливу стиснення відеозображень з вимірювальною інформацією на точність вимірювань геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів залежно від параметрів алгоритму стиснення.

**Викладення основного матеріалу.** Існують такі методи зменшення об'єму цифрових даних вимірювальної відеоінформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах [2]:

- зменшення розміру відеозображень;
- зниження частоти кадрів для послідовності відеозображень;
- стиснення наявного об'єму відеоінформації методами, відомими із теорії інформації і теорії цифрової обробки відеозображень.

Перші два методи неприйнятні, оскільки суттєво знижують точність вимірювань лінійних і кутових переміщень об'єктів, в тому числі під час дослідження параметрів руху об'єктів. Тому розглянемо третій метод, тобто стиснення цифрових даних вимірювальної відеоінформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах.

Можливі два варіанти стиснення відеозображень:

- стиснення відеозображення як растрового графічного зображення [6, 7] і його зберігання в стиснутому форматі;

– пошук і виділення потрібних об'єктів на відеозображенні, визначення характеристик цих об'єктів (в тому числі геометричних характеристик) і зберігання тільки цієї інформації [5].

Другий варіант потребує виконання значного об'єму обчислень і не може бути застосований для стиснення в реальному масштабі часу під час дослідження параметрів руху об'єктів. Він використовується у випадках, коли відеозображення вже накопичені і потрібно зберігати тільки результати обробки [2, 11].

Перший варіант може бути реалізований у вигляді алгоритму на рівні апаратних засобів (спеціалізованої мікросхеми) для стиснення в реальному масштабі часу або на рівні програмних засобів універсальної ЕОМ для стиснення вже накопичених відеозображень [2, 5]. Він використовується для стиснення відеозображень при введенні їх в комп'ютер і при зберіганні цих відеозображень. Виходячи із особливостей конкретних задач з вимірювання лінійних і кутових переміщень об'єктів (геометричних параметрів, параметрів руху об'єктів), можна зробити висновок про те, що далі доцільно розглядати стиснення відеозображень як растрову графіку.

Універсальні методи стиснення інформації, що базуються на виключенні інформаційної надлишковості, не дозволяють досягти значного стиснення відеозображень, представлених у вигляді растрової графічної інформації [6]. Максимальний коефіцієнт стиснення, як правило, не перевищує 1:2, а в деяких випадках можна отримати навіть збільшення розміру стиснутого відеозображення. Ефективне стиснення відеозображень можливе тільки на основі методів із втратами деякої частини інформації [2]. Існують різні методи стиснення відеозображень із втратами частини інформації. Це, наприклад, методи на основі кодування із перетворенням, wavelet-стиснення, стиснення на основі фракталів тощо [7, 9].

Для стиснення відеозображень параметрів руху об'єктів з вимірювальною інформацією найбільш доцільно використовувати JPEG-алгоритм стиснення, який базується на дискретному косинусному перетворенні (ДКП) цифрового зображення [2, 10]. Це обумовлено такими факторами:

– цей алгоритм фактично є стандартом для стиснення нерухомих цифрових зображень і забезпечує стиснення в декілька десятків разів без суттєвих викривлень зображення;

– JPEG-алгоритм є основною складовою частиною багатьох методів стиснення послідовностей рухомих зображень, наприклад, методу MJPEG [2];

– JPEG-алгоритм, реалізований в апаратних засобах формування відеозображень і їх введення в комп'ютер [2], забезпечує стиснення послідовностей відеозображень в реальному масштабі часу, що важливо при дослідженні параметрів руху об'єктів у часі;

– стиснення відеозображень за JPEG-алгоритмом може виконуватися безпосередньо під час формування відеозображень у цифровому фотоапараті і цифровій відеокамері або при введенні відеозображень у комп'ютер.

У результаті такої алгоритм забезпечує: зменшення часу введення відеозображень у комп'ютер; можливість дослідження динаміки різних процесів у реальному масштабі часу; раціональну організацію зберігання цифрових відеозображень [2, 6, 8]. При стисненні цифрових відеозображень за JPEG-алгоритмом виникають втрати деякої частини інформації про яскравість і колір дискретних точок цих зображень. В основному це інформація про амплітуду верхніх частот у спектрі зображення. Можливість вилучення цієї частини інформації впливає із особливостей сприйняття відеозображень людиною [2]. В результаті стиснення зображення до певних меж не суттєво впливає на візуальну якість зображення. Ця якість може бути оцінена на основі об'єктивних [4] або суб'єктивних критеріїв, наприклад, методом експертних оцінок [3]. Основою об'єктивних критеріїв є оцінювання розбіжності яскравості і кольору всієї множини дискретних точок початкового і відновленого після стиснення відеозображення.

У такому випадку кінцевою метою є вимірювання лінійних і кутових переміщень об'єктів. При таких вимірюваннях необхідно оцінити розбіжність між початковим і відновленим після стиснення зображеннями в області контурів об'єктів. Важливість такої оцінки пояснюється тим, що визначення координат точок контурів об'єктів виконується на основі обробки перепадів яскравості на зображенні, а ці перепади значною мірою визначаються верхніми частотами в спектрі зображення, які частково вилучаються при стисненні за JPEG-алгоритмом. Необхідно також враховувати особливості методу, що застосовується для визначення координат точок контуру. В цьому випадку це є метод, що використовує порівняння яскравості точок з порогом яскравості. Тому існуючі методи оцінювання якості стиснутого зображення в такому випадку не підходять, оскільки вони орієнтовані на оцінювання візуальної якості зображення при спостереженні цього зображення людиною. Виникає завдання визначення впливу стиснення за JPEG-алгоритмом на похибки вимірювань механічних величин, а також визначення параметрів JPEG-алгоритму, які забезпечують зменшення похибок вимірювань.

Для вирішення вказаного завдання пропонується розглядати JPEG-алгоритм на основі теорії цифрової фільтрації сигналів. З цієї точки зору JPEG-алгоритм є нерекурсивним цифровим фільтром нижніх частот, що виконує фільтрацію сигналу в частотній області. Точнісні характеристики цифрового фільтра можна визначити відомими методами на основі детермінованого або ймовірнісного підходів.

На основі застосування ймовірнісного підходу до JPEG-алгоритму як цифрового фільтра визначено похибки геометричних вимірювань на стиснутих відеозображеннях.

При стисненні за JPEG-алгоритмом відеозображень параметрів руху об'єктів виникають похибки, що впливають на точність вимірювань лінійних і кутових переміщень об'єктів:

– трансформована похибка, обумовлена перетворенням похибок, що мають місце на початковому відеозображенні;

– похибка квантування, що виникає в результаті квантування частотних коефіцієнтів у спектрі відеозображення в процесі стиснення;

– похибка, що пов'язана із викривленнями відеозображення в результаті вилучення верхніх частот із спектра цього відеозображення в процесі стиснення;

– похибка виконання обчислень за даним алгоритмом з обмеженою розрядністю даних.

Розрахунок трансформованої похибки виконано, виходячи з того, що шум на початковому відеозображенні є некорельованим стаціонарним випадковим процесом з нульовим середнім значенням, некорельованим з корисним відеосигналом [12]. Це відповідає дійсності для відеозображень, що досліджуються. Дисперсія трансформованої похибки на стиснутих відеозображеннях обчислюється за формулою:

$$\sigma_{вих}^2 = \sigma_{\text{ex}}^2 \cdot \frac{\delta_D}{\pi} \int_0^{\pi/\delta_D} A^2(\omega) \cdot d\omega = \sigma_{\text{ex}}^2 \cdot \frac{\delta_D}{\pi} \int_0^{\omega_M} 1^2 \cdot d\omega = \sigma_{\text{ex}}^2 \cdot \frac{M}{N},$$

де  $\sigma_{\text{ex}}^2$  – дисперсія шуму, що має місце на початковому відеозображенні;  $\delta_D$  – відстань між дискретними точками цифрового відеозображення (інтервал дискретизації);  $A(\omega)$  – амплітудно-частотна

характеристика JPEG-алгоритму як цифрового фільтра нижніх частот;  $\omega_M = \frac{M \cdot \pi}{\delta_D \cdot N}$  – верхня межа смуги

перепускання фільтра, що відповідає JPEG-алгоритму;  $M$  – номер (рахуючи з 0) останнього частотного коефіцієнта (в першому рядку матриці частотних коефіцієнтів), що залишається в спектрі зображення при стисненні за JPEG-алгоритмом;  $N$  – розмірність дискретного косинусного перетворення (ДКП), яке використовується для отримання спектра відеозображення (для JPEG-алгоритму  $N = 8$ ).

З урахуванням того, що в процесі формування і перетворення відеозображень має місце обмеження смуги частот відеосигналу [1, 8], дисперсія трансформованої похибки

$$\sigma_{вих}^2 = \begin{cases} \sigma_{\text{ex}}^2 \cdot \frac{M}{N}, & M < N', \\ \sigma_{\text{ex}}^2, & M \geq N', \end{cases} \quad (1)$$

де  $N'$  – номер частотного коефіцієнта, що відповідає максимально можливій частоті відеосигналу ( $N' \leq N$ ).

Обираючи  $M < N'$  або  $M < N$ , можна знизити рівень шумів на відеозображенні і в результаті зменшити похибки вимірювань.

Вилучення верхніх частот зі спектра відеозображення виникає унаслідок стиснення за JPEG-алгоритмом. На основі властивостей ДКП і JPEG-алгоритму можна вважати, що початковий відеосигнал яскравості  $Y(x)$  замінюється частковою сумою ряду Фур'є  $Y^*(x)$ .

Величина похибки вимірювань дорівнює різниці між значенням координати після вилучення верхніх частот  $x^*_k$  і точним значенням координати  $x_k$ , тобто:  $x^*_k - x_k$ . Значення  $x^*_k$  можна знайти із рівняння:

$$Y^*(x^*_k, M) = Y_n,$$

де  $Y_n$  – значення яскравості, що використовується для розподілу відеозображення на об'єкт і фон.

Оскільки аналітичне розв'язання цього рівняння для сигналів, що утворюють перепади яскравості на відеозображеннях, досить ускладнено, було проведено програмне моделювання такого типу похибок. В результаті зроблено висновок про те, що для перепадів яскравості на відеозображеннях з вимірювальною інформацією про параметри руху об'єктів виключення 4 верхніх частотних коефіцієнтів із 8 не призводить до суттєвих похибок. Це дозволяє досягти значного стиснення такого типу відеозображень без суттєвого збільшення похибки вимірювань.

В загальному випадку квантування частотних коефіцієнтів у спектрі відеозображення – це є нелінійне перетворення зображення, що виконується шляхом ділення частотних коефіцієнтів  $F(u, v)$  на коефіцієнти  $Q(u, v)$  із таблиці квантування. Похибку квантування частотних коефіцієнтів будемо розглядати як адитивний шум, що додається до зображення, відновленого після стиснення. При такому підході JPEG-алгоритм можна вважати лінійним цифровим фільтром. В результаті отримано вираз для оцінки згори максимальної амплітуди шуму квантування частотних коефіцієнтів:

$$\Delta_{квч \max} = \frac{1}{4\sqrt{N}} \cdot \sum_{u=0}^M C(u) \cdot Q(u, 0); \quad C(u) = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, & u = 0, \\ 1, & u > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Визначення  $M$  виконується на основі порівняння максимальних значень частотних коефіцієнтів для відеозображень, що досліджуються, і коефіцієнтів таблиці квантування. Якщо  $F(u, 0) < Q(u, 0) / 2$ , то  $M = u - 1$ .

Ступінь стиснення відеозображень і точність вимірювань значною мірою залежать від таблиці квантування частотних коефіцієнтів. Пропонується при дослідженні параметрів руху об'єктів використовувати таку таблицю квантування:

$$Q(u, v) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u \leq M, 0 \leq v \leq M, \\ Q_{\max}, & M < u < N \text{ або } M < v < N, \end{cases} \quad (3)$$

де  $Q_{\max}$  – максимальне значення елемента таблиці,  $Q_{\max} = 2^{n_T} - 1$ ;  $n_T$  – кількість двійкових розрядів для зберігання елемента таблиці.

Дана таблиця квантування при  $M = 3 \dots 5$  забезпечує зменшення похибки вимірювань за рахунок зниження рівня шумів на відеозображеннях і незначної величини похибки, пов'язаної із квантуванням і вилученням частотних коефіцієнтів.

На рисунку 1 наведено результати експериментальних досліджень стиснення відеозображень за JPEG-алгоритмом з використанням таблиці квантування (3).

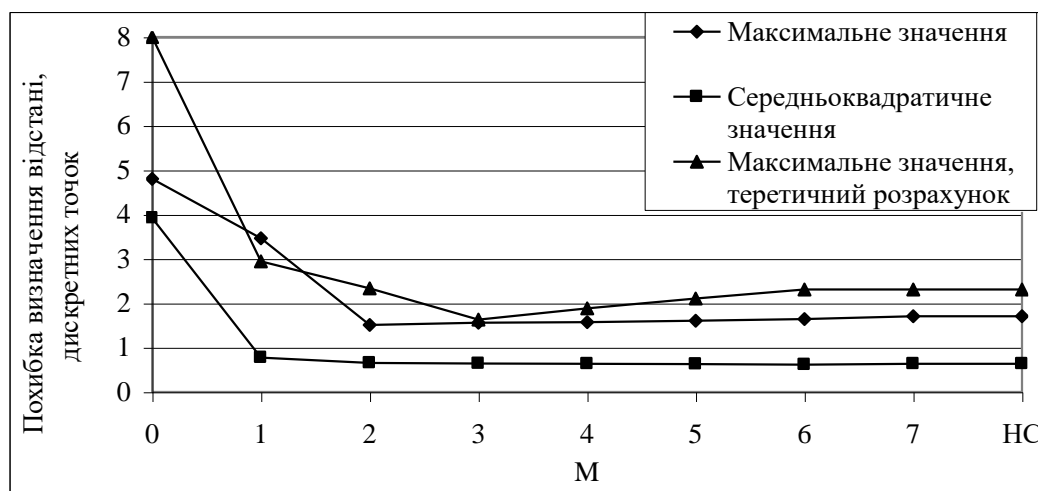


Рис. 1. Похибка визначення відстані при стисненні цифрового зображення за JPEG-алгоритмом з використанням розробленої таблиці квантування (НС – початкове нестиснуте зображення)

Для стиснення використовувалася послідовність тестових відеозображень. Ці відеозображення були отримані за допомогою цифрової камери, підключеної до комп'ютера. Розмір зображення після перетворення в цифрову форму дорівнював 640x480 дискретних точок.

Для формування таблиці квантування (3) використовувалися такі дані:  $N = 8$ ,  $n_T = 8$ ,  $M = 0, 1, \dots, 7$ . Теоретичні значення похибок обчислені на основі формул (1) і (2).

На рисунку 2 наведено фрагменти відеозображень, відновлених після стиснення із використанням цієї таблиці квантування.

Аналізуючи результати використання таблиці квантування, розробленої для відеозображень з вимірювальною інформацією параметрів руху об'єктів, можна зробити такі висновки:

1. Використання даної таблиці при  $M = 3 \dots 5$  забезпечує:

- зниження рівня вхідних шумів і, відповідно, зменшення трансформованої похибки;
- незначні викривлення форми перепаду яскравості, пов'язані із вилученням верхніх частот;
- відсутність похибки, пов'язаної із квантуванням частотних коефіцієнтів;
- зменшення на 5–10 % загальної похибки визначення відстані порівняно із нестиснутим зображенням.

– коефіцієнт стиснення зображень не менше ніж 1:4 – 1:1,7, який забезпечується за рахунок виключення верхніх частот.

2. При виборі значення  $M$  потрібно також враховувати ширину смуги частот відеосигналу;

3. Якщо потрібно забезпечити добру візуальну якість стиснутого зображення, то потрібно вибрати  $M = 3 \dots 5$ . Якщо потрібно забезпечити високий коефіцієнт стиснення, то потрібно вибрати  $M = 2$ . В цьому випадку на зображенні будуть помітні деякі викривлення у вигляді блочної структури.



а) нестиснуте зображення

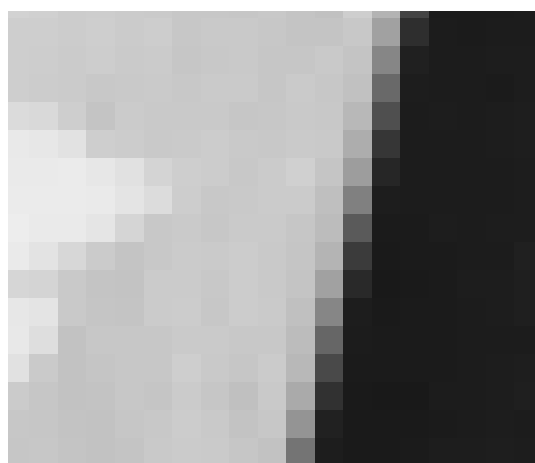
б)  $M = 4$ в)  $M = 2$ г)  $M = 0$ 

Рис. 2. Фрагменти відеозображення, стиснутого за JPEG-алгоритмом з використанням розробленої таблиці квантування

#### Висновки та перспективи подальших досліджень:

1. Важливе значення для вимірювань динаміки лінійних і кутових переміщень об'єктів має стиснення відеозображень з вимірювальною інформацією. Таке стиснення дозволяє зменшити об'єм цифрової відеоінформації до рівня, який можливо реєструвати і обробляти за допомогою апаратних засобів. Визначено, що найбільш доцільно в цьому випадку використовувати JPEG-алгоритм стиснення;

2. Існуючі методи визначення похибок на стиснутих цифрових відеозображеннях орієнтовані на оцінювання візуальної якості відеозображення при його спостереганні людиною. Тому були розроблені математичні моделі, що дозволяють оцінити точність вимірювань лінійних і кутових переміщень об'єктів на стиснутих відеозображеннях залежно від параметрів алгоритму стиснення;

3. Стиснення за JPEG-алгоритмом вимірювальної відеоінформації забезпечує вирішення двох завдань, суттєвих для геометричних вимірювань у процесі дослідження параметрів руху об'єктів:

– стиснення відеозображень у декілька десятків разів, що робить можливим реєстрацію параметрів руху об'єктів, тобто досягається розширення функціональних можливостей засобів вимірювань;

– підвищення точності вимірювань за рахунок фільтрації шумів, що виникли в процесі формування відеозображень, за умови використання параметрів алгоритму стиснення (3).

#### Список використаної літератури:

1. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Б.Яне. – М. : Техносфера, 2007. – 584 с.
2. Шлихт Г.Ю. Цифровая обработка цветных изображений / Г.Ю. Шлихт. – М. : ЭКОМ, 1997. – 336 с.
3. Лукьянича А.А. Цифровая обработка видеозображений / А.А. Лукьянича, А.Г. Шишкин. – М. : Ай-Эс-Эс Пресс, 2009. – 518 с.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У.Прэтт. – Пер. с англ. – М. : Мир, 1982. – 792 с.
5. Методы компьютерной обработки изображений / под. ред. В.А. Сойффера. – М. : Физматлит, 2003. – 784 с.

6. Борн Г. Форматы данных / Г.Борн. – Пер. с нем. – К. : BHV, 1995. – 668 с.
7. Мюррей Д. Энциклопедия форматов графических файлов / Д.Мюррей, У. ван Райпер. – Пер. с англ. – К. : BHV, 1997. – 672 с.
8. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д.Сэлмон. – Техносфера, 2004. – 384 с.
9. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображения в действии : учеб. пособие / С.Уэлстид. – М. : Триумф, 2003 – 320 с.
10. Wallace G.K. The JPEG Still Picture Compression Standard / G.K. Wallace // Communication of the ACM. – 1991. – Vol. 34. – № 4. – P. 31–44.
11. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р.Гонсалес, Р.Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.
12. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов / Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н. Поляк. – М. : Радио и связь, 1985. – 312 с.

#### References:

1. Yane, B. (2007), *Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii*, Tekhnosfera, M., 584 p.
2. Shlikht, G.Yu. (1997), *Tsifrovaya obrabotka tsvetnykh izobrazhenii*, M. : EKOM, 1997. – 336 p.
3. Luk'yanitsa, A.A. and Shishkin, A.G. (2009), *Tsifrovaya obrabotka videoizobrazhenii*, Ai-Es-Es Press, M., 518 p.
4. Prett, U. (1982), *Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii*, per. s angl., Mir, M., 792 p.
5. Soifer, V.A. (ed.) (2003), *Metody komp'yuternoї obrabotki izobrazhenii*, Fizmatlit, M., 784 p.
6. Born, G. (1995), *Formaty dannykh*, per. s nem., BHV, K., 668 p.
7. Myurrei, D. and van Raiper, U. (1997), *Entsiklopediya formatov graficheskikh failov*, per. s angl., BHV, K., 672 p.
8. Selomon, D. (2004), *Szhatie dannykh, izobrazhenii i zvuka*, Tekhnosfera, 384 p.
9. Uelstid, S. (2003), *Fraktaly i veivlety dlya szhatiya izobrazheniya v deistvii*, ucheb. posobie, Triumph, M., 320 p.
10. Wallace, G.K. (1991), «The JPEG Still Picture Compression Standard», *Communication of the ACM*, Vol. 34, No. 4, pp. 31–44.
11. Gonsales, R. and Vuds, R. (2005), *Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii*, Tekhnosfera, M., 1072 p.
12. Gol'denberg, L.M., Matyushkin, B.D. and Polyak, M.N. (1985), *Tsifrovaya obrabotka signalov*, Radio i svyaz', M., 312 p.

**Подчашинський** Юрій Олександрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-8344-6061>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- системний аналіз складних технічних систем.

**Шавурський** Юрій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-4590-4156>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- системний аналіз складних технічних систем.

**Чепюк** Ларіна Олексіївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-8072-8186>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- системний аналіз складних технічних систем.

**Воронова** Тетяна Станіславівна – асистент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0003-0678-4558>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- системний аналіз складних технічних систем.

**Podchashynskyi Yu.O., Shavurskyi Yu.O., Chepiuk L.O., Voronova T.S.**

**Reducing the amount of digital data of measuring video information  
in computerized information and measuring systems**

The article discusses the compression of digital data of measuring video information. Such compression is an integral part of the data conversion process in computerized information and measurement systems designed to measure linear and angular displacements of objects. Compression of time sequences of video images containing measurement information about the geometric parameters and parameters of movement of objects is necessary to improve the accuracy and speed of means for measuring mechanical quantities. Such compression allows you to significantly reduce the volume of digital data of video images. As a result, images are transmitted over computer networks with acceptable performance indicators and stored in memory. Compression of video images leads to the occurrence of measurement information errors and, accordingly, the accuracy of determining the geometric parameters and parameters of object movement decreases. A mathematical model of measurement information errors on compressed video images is proposed. This mathematical model makes it possible to determine the effect of compression on the measurement accuracy of geometric parameters and object motion parameters depending on the parameters of the compression algorithm. Based on the mathematical model of measurement information errors, the parameters of the JPEG method are determined, it is advisable to use it when compressing video images in a time sequence that displays geometric parameters and motion parameters of objects. This makes it possible to increase the accuracy of measurements by filtering out the noise that has arisen during the formation of video images. An experimental estimate of measurement errors associated with compression is given.

**Keywords:** video image with measurement information; measurement errors; video image compression.

Стаття надійшла до редакції 20.07.2022.