

УДК 681.7

С. О. НЕЧАЙ, Т. В. ХИЛЬЧЕНКО

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ ФОТОКАМЕР

Проведені дослідження ефективності систем стабілізації зображення різних типів при дії вібрації з різними параметрами. Порівняно роботу оптичної та внутрішньокамерної стабілізації, визначено кращу з них. Експериментальні дослідження об'єктивно відтворювали умови роботи систем стабілізації подібно до умов зйомки з рук фотографом, при різних частотах і амплітудах коливань вздовж різних осей. Дотримувались однакові умови експерименту для різних зразків камер.

**Ключові слова:** стабілізація зображення, оптична стабілізація, внутрішньокамерна стабілізація, фотокамера, система стабілізації матриці, тестування фототехніки.

**Вступ.** Сфера використання фотокамер з кожним роком продовжує зростати: охоронні та реєструючі системи, професійні фотоапарати та аматорські камери, в телефонах тощо [1]. Мало хто розуміє принцип дії та сферу застосування систем стабілізації, але фотоапарати зі стабілізатором зображення стали більш затребуваними [2]. Об'єктивні дослідження ефективності систем стабілізації зображення фотокамер не проводились ні в нашій країні, ні за кордоном (всі дані, отримані виробниками камер – не оприлюднюються). Результати відомих суб'єктивних досліджень, при яких фотокамера знаходиться в руках людини, не можуть претендувати на достовірність, оскільки не виявляється можливість повторюваності та забезпечення однакових умов для різних зразків апаратури, що проходить тестування.

Дану тему розглянуто в межах доступних ресурсів. Але ж дані технології знайшли застосування не тільки у фотоапаратах, а й у телескопах, системах відслідкування, в конструкції астрономічних телескопів, біноклів та іншій техніці з оптичними елементами. В астрономії поштовхи апаратури викликають коливання лінз, які викликають проблеми з реєстрацією положення об'єктів у зв'язку зі зміщеннями зображень від номінального положення на фокальній площині [3]. А це дає можливість для подальшого розширення й розвитку даної теми.

**Мета роботи.** Метою даної роботи є доведення і контроль ефективності роботи системи стабілізації зображення фотокамери та порівняння оптичної й внутрішньокамерної стабілізації. Створення лабораторії для незалежного тестування моделей апаратури різних виробників, контролю якості виробництва [4–6].

**Опис експериментальної установки для дослідження ефективності роботи систем стабілізації зображення фотокамер.** До складу експериментальної установки (рис. 1) входять:

1. Вібростенд з блоком керування, регулюються частота (від 3,5 Гц до 40 Гц) та амплітуда коливань.

2. Програмне забезпечення, створене в MathLab, яке, головним чином, слугує для перевірки вібростенду. Дана програма запускалась на комп'ютері, який з'єднаний з датчиком, що встановлений на вібростенді. Інтерфейс програми показує спектр коливань.

3. Перехідник, який двома ногами стоїть на жорсткій підлозі, а однією на вібростенді. За допомогою даного перехідника вертикальні коливання вібростенду перетворюємо в горизонтальні коливання камери.

4. Перехідник, закріплений гвинтами до вібростенду, за допомогою якого досліджувалась дія від коливань в вертикальному напрямку.

5. Штрихова міра (ISO 12233), яка фотографувалась, а отримане зображення аналізувалось.

6. Фотокамери з різними системами стабілізації (Nikon D3100 з об'єктивами: 18-55mm 1:3.5-5.6G VR AF-S DX Nikkor та 18-105mm f/3.5-5.6G ED VR AF-S DX Nikkor; Canon EOS 500D Kit 18-55 з об'єктивами: EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS та zoom lens EF-S 18-135mm 1:3.5-5.6 IS; Sony Alpha SLT-A55 kit; Konica Minolta Dynax 7D).

Для чистоти експерименту дуже важливо, щоб на всіх фотокамерах були виставлені однакові налаштування для зйомки: чутливість ISO – 100; витримка – 1 с; діафрагма – 22; фокусна відстань – 50; відстань до об'єкту – 0,8 м. Вводилась затримка дії спуску затвора камер на 2 секунди для заспокоєння зовнішніх механічних впливів від рук людини та закінчення перехідного процесу в роботі системи стабілізації кожної з камер.

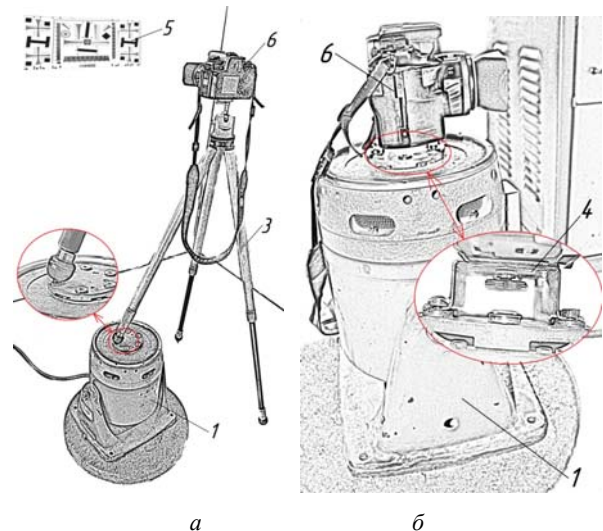


Рис. 1 – Експериментальна установка для дослідження: а – горизонтальних коливань; б – вертикальних коливань

**Метод аналізу зображення.** Методи оцінки якості зображень поділяють на суб'єктивні та кількісні. Кожна з вказаних категорій має абсолютні та порівняльні критерії [7]. Абсолютні критерії якості застосовуються для оцінки одного зображення. Порівняльні критерії використовуються для оцінювання набору зображень в якійсь шкалі.

Абсолютна міра як критерій оцінки є число, отримане для будь-якого зображення на основі аналізу цього зображення. Порівняльна міра є числовим результатом порівняння двох або більше зображень. Для порівняння також можна використовувати абсо-

© С. О. Нечай, Т. В. Хильченко. 2015

лютні міри, обчислені для кожного зображення окремо. До абсолютних мір належать різкість зображення, кількість градацій, контраст.

Різкість зображення – один з найважливіших показників якості, який визначає придатність зображення до наступного опрацювання. **Різкість зображення** – степінь розмитості між двома сусідніми ділянками зображення з різною оптичною густиною (яскравістю).

$$P_i = \frac{G}{w},$$

де  $w$  - ширина перепаду в пікселях,  $G$  - різниця між значеннями яскравостей пікселів.

Оцінка контрасту. Іншим параметром, який визначає якість зображення є контраст. **Контраст** - градаційна характеристика чорно-білого чи кольорового зображення, яка має відмінності в світлоті (насиченості кольору) у найбільш яскравих та найбільш темних ділянках.

$$C = \frac{L_i - L_j}{L_i + L_j},$$

де  $L_i, L_j$  - яскравості елементів градаційного зображення [8].

**Отримані результати експериментальних досліджень ефективності роботи систем стабілізації зображення фотокамер.** Експерименти проводились тричі – кожен наступний з врахуванням зауважень з попередніх. З отриманих даних визначили:

а) ефективність роботи систем стабілізації фотокамер.

Доцільно користуватись системою стабілізації при частотах 5 – 16 Гц, при інших частотах вібрації система стабілізації ще більше спотворює картинку або просто не працює (рис. 2, 3).

б) Чи однаково компенсується як горизонтальна так і вертикальна тряска.

Результати отримані за однакових частот і амплітуд, з використанням тієї ж камери, при тих самих умовах та налаштуваннях але при різних видах тряски показують, що стабілізація ефективна в обох випадках, але з горизонтальною тряскою камера справляється краще (рис. 4 – 7).

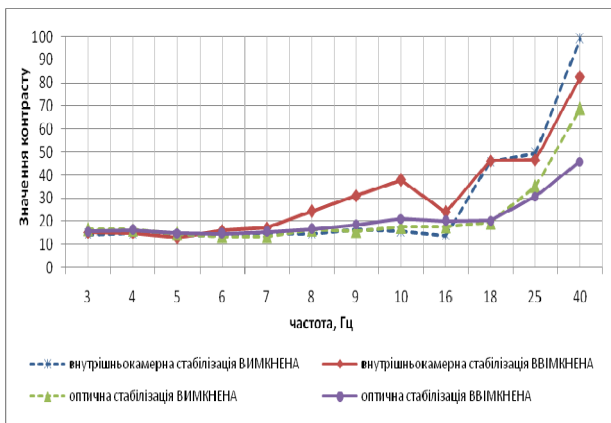


Рис. 2 – Графік залежності величини контрасту від частоти

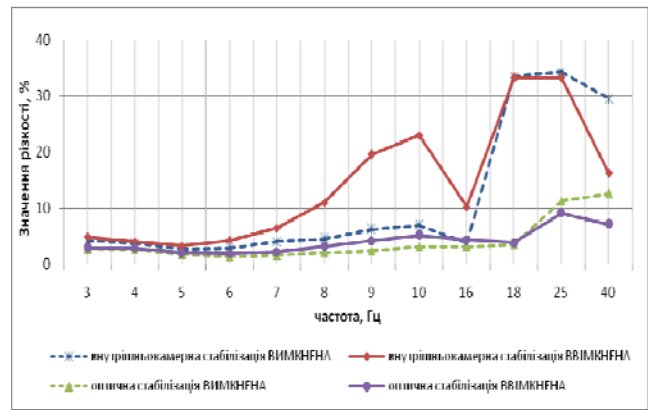


Рис. 3 – Графік залежності значення різкості від частоти

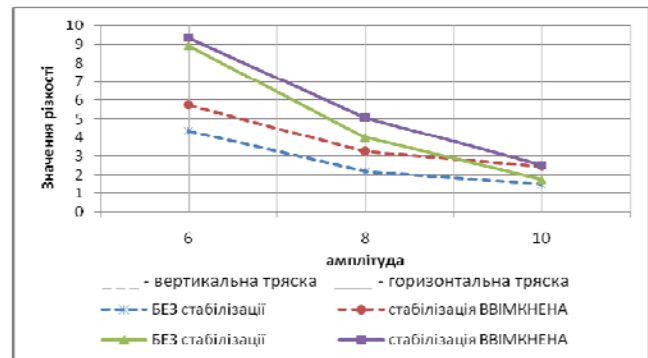


Рис. 4 – Графік залежності величини різкості від амплітуди при частоті 8 Гц

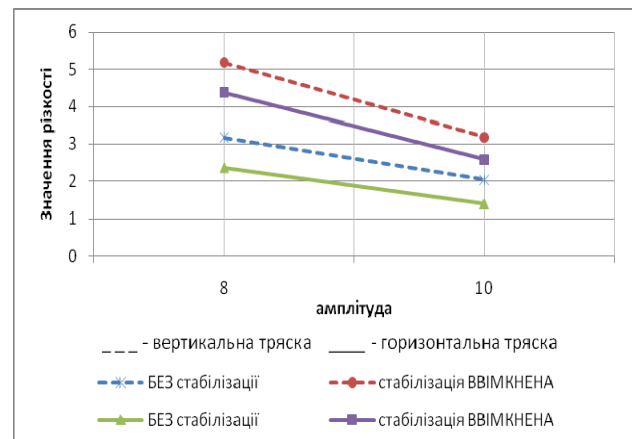


Рис. 5 – Графік залежності величини різкості від амплітуди при частоті 10 Гц

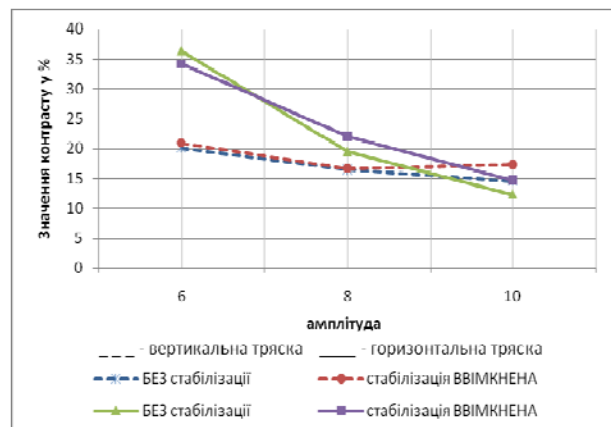


Рис. 6 – Графік залежності величини контрасту від амплітуди при частоті 8 Гц

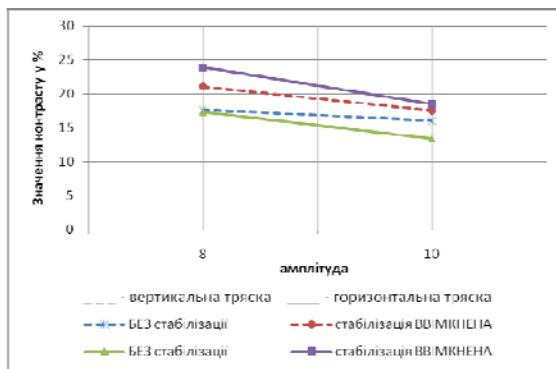


Рис. 7 – Графік залежності величини контрасту від амплітуди при частоті 10 Гц

г) яка система стабілізації краща: оптична чи внутрішньокамерна.

Як видно з графіків, внутрішньокамерна стабілізація показує кращі результати, ніж оптична (рис. 8, 9).

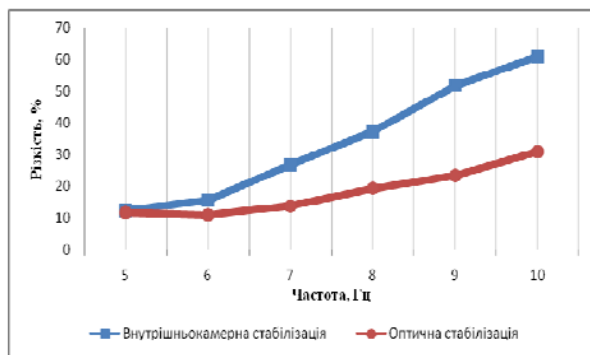


Рис. 8 – Графік залежності відношення середнього значення різкості при різних частотах до еталонного значення різкості

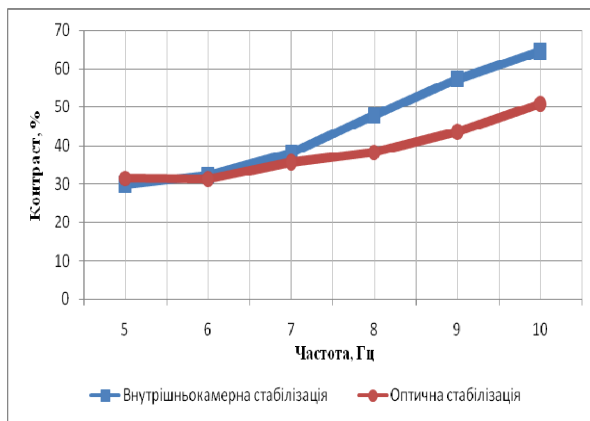


Рис. 9 – Графік залежності відношення середнього значення контрасту при різних частотах до еталонного значення контрасту

**Висновки.** В результаті проведених експериментів, було визначено, що серед представлених моделей внутрішньокамерна стабілізація, тобто система стабілізації матриці, більш ефективна, ніж оптична (стабілізація об'єктива). Також визначено, при яких частотах доцільно використовувати встроєні в камери системи стабілізації.

Ергономічний параметр для системи стабілізації - фізіологічний тремор, не має клінічного значення, але присутній у кожній здоровій людини. Один з компонентів фізіологічного тремору - низькоамплітудні

коливання тіла людини під час серцевої систоли (реєструються при проведенні баллістокардіографії). Цей тремор характеризується нерегулярною частотою і амплітудою; його частота становить від 8 до 12 Гц або вище, а амплітуда - менше 0,1 мм в пальцях і кистях рук або так мала, що її не видно неозброєним оком [8]. Тобто, система стабілізації зображення фотокамер працює на необхідних і достатніх частотах.

При частотах коливань вище 16 Гц виявлені прояви нестабільності роботи систем стабілізації, навіть погіршення якості зображення від дії системи стабілізації відносно «нестабілізованого» зображення. Тому для зйомок зі штативів чи інших опор в умовах промислових вібрацій (працюючі двигуни, різкі поштовхи) системи стабілізації рекомендується вимикати.

У всіх виробників є свої специфічні напрацювання і технології. Останнім часом, деякі виробники впроваджують у свою техніку як оптичну так і матричну стабілізацію [10].

Але варто бути об'єктивним. Як часто вам потрібна стабілізація? Вона вам не потрібна, якщо ви знімаєте в світлий час доби, якщо знімаєте зі штатива, якщо знімаєте в студії, якщо вам потрібно заморожувати рух на коротких витримках, що нівелює плюси стабілізації в принципі. Якщо говорити про телеоб'єктив, то матрична стабілізація в принципі менш ефективна, ніж оптична, через обмеження в дистанції зсуву сенсора, тому переваги для про-репортерів губляться, особливо для тих, які знімають масштабні спортивні заходи з великої дистанції.

Тобто, в недалекому майбутньому, у фотокамерах буде використовуватись, можливо, всі три, відомі нам, способи стабілізації. Але тут виникають певні проблеми: чи не будуть системи стабілізації створювати завади одна одній, замість того, щоб їх компенсувати; зросте вартість і вага таких апаратів; буде складніше розбиратись з налаштуваннями та інше. Тому, якщо питання стабілізації зображення не є першочерговим і найбільш пріоритетним, то не варто ускладнювати систему. Головне, навчитись правильно обирати режими роботи техніки відповідно до умов і задач зйомки.

**Список літератури:** 1. Демин, А. В. Серия биноклей со встроенной системой стабилизации изображения [Текст] / А. В. Демин // Оптико-электронные приборы и системы. Сб. научных статей. Выпуск 97 / Под редакцией проф. Э. Д. Панкова и проф. А. В. Демина. - 1997. - С. 8-15. 2. Фроимсон, И. М. Полезное действие наблюдательных приборов со стабилизацией изображения [Текст] / И. М. Фроимсон, Р. В. Цывкин // Специальная техника. - 2001 г. - №5. - С. 60-63. 3. Фроимсон, И. М. Стабилизация изображения в наблюдательных приборах [Текст] / И. М. Фроимсон // Специальная техника. - 2002 г. - №6. - С. 16-24. 4. Никифоров, В. О. Система активной виброзащиты: разработка, результаты испытаний и перспективы развития [Текст] / В. О. Никифоров, И. Е. Гутнер, И. В. Сергачев // Мехатроника, автоматизация и управление. - 2004. - № 2. - С. 13-18. 5. Коловский, М. З. Автоматическое управление виброзащитными системами [Текст] / М. З. Коловский. - М.: Наука, 1976. 6. Фролов, К. В. Прикладная теория виброзащитных систем [Текст] / К. В. Фролов, Ф. А. Фурман. - М.: Машиностроение, 1980. 7. Wang, T. Blind Image Quality Assessment for Measuring Image Blur [Text] / X. Wang, B. Tian, C. Liang, D. Shi // Congress on Image Signal Processing 2008. 8. Дронюк, І. Open Academic Journals Index [Електронний ресурс]: Оцінка якості зображення для друкованих та електронних документів / І. Дронюк. Режим доступу: <http://oaji.net/articles/2015/1872-1428763302.pdf>. 9. Александрова, Е. А. Акселерометрическая диагностика мощности тремора при болезни Паркинсона в процессе терапии [Текст] / Е. А. Александрова,

М. А. Устимкина, А. В. Густов, Е. М. Тиманин, Е. В. Еремин, С. В. Макушина, Е. В. Паришина // Медицинский Альманах - № 1 (14) - март 2011 - С. 191-193. **10.** *Ткаченко, А.* Kaddr.com [Электронный ресурс]: обзоры: обзор Sony Alpha 7 II. Первая в мире полнокадровая камера с матричной 5-осевой стабилизацией [Текст] / А. Ткаченко. Режим доступа: <http://kaddr.com/2015/03/obzor-sony-alpha-7-ii-pervaya-v-mire-polnokadrovaya-kamera-s-matrichnoj-5-osevoj-stabilizatsiej/>

**Bibliography (transliterated):** **1.** *Demin, A. V.* (1997). Series binoculars with built-in image stabilization system. Opto-electronic devices and systems. Coll. scientific articles. Issue 97. Edited by prof. E. D. and Professor Pankov, 8 -15. **2.** *Froimson, I. M., Tsyvkin, R. V.* (2001). Useful action observation devices with image stabilization. Special equipment, 5, 60- 63. **3.** *Froimson, I. M.* (2002). Image Stabilization in the observational instruments. Special equipment, 6, 16-24. **4.** *Nikiforov, V. O., Gutner, I. E., Sergachev, I. V.* (2004). Active vibration protection system: development, test results and prospects of the. Mechatronics,

Automation and management, 2, 13-18. **5.** *Kolovskiy, M. Z.* (1976). Automatic control systems, vibration isolation. Moscow: Nauka. **6.** *Frolov, K. V., Fuhrman, F. A.* (1980). Applied Theory of vibration isolation systems. Moscow: Mechanical Engineering. **7.** *Wang, T., Tian, B., Liang, C., Shi, D.* (2008). Blind Image Quality Assessment for Measuring Image Blur. Congress on Imagend Signal Processing. **8.** *Droniuk, I.* Open Academic Journals Index [Electron resource]: Overall image quality for printed and electronic documents. Access: <http://oaji.net/articles/2015/1872-1428763302.pdf>. **9.** *Aleksandrova, E. A., Ustimkina, M. A., Gustov, V., Timanin, E. M., Eremin, E. V., Makushina, S. V., Parshina, E. V.* (2011). Accelerometer diagnostic power of tremor in Parkinson's disease during therapy. Medical Almanac number 1 (14) March 2011, 191-193. **10.** *Tkachenko, A.* Kaddr.com [electronic resource]: review: review Sony Alpha 7 II. The world's first full-frame camera with a matrix of 5-axis stabilization. Access: <http://kaddr.com/2015/03/obzor-sony-alpha-7-ii-pervaya-v-mire-polnokadrovaya-kamera-s-matrichnoj-5-osevoj-stabilizatsiej/>.

Надійшла (received) 27.05.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Нечай Сергій Олексійович** – кандидат технічних наук, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», доцент кафедри приладобудування; тел.: 050-351-63-19; e-mail: [nechay\\_s@ukr.net](mailto:nechay_s@ukr.net).

**Нечай Сергей Алексеевич** – кандидат технических наук, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», доцент кафедры приборостроения; тел.: 050-351-63-19; e-mail: [nechay\\_s@ukr.net](mailto:nechay_s@ukr.net).

**Nechai Sergii Oleksiiovich** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, National Technical University Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Associate Professor at the Department of instrument engineering; tel.: 050-351-63-19; e-mail: [nechay\\_s@ukr.net](mailto:nechay_s@ukr.net).

**Хильченко Тетяна Валентинівна** – студентка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра приладобудування; тел.: 093-897-33-21; e-mail: [xvulunka@mail.ru](mailto:xvulunka@mail.ru).

**Хильченко Татьяна Валентиновна** – студентка, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра приборостроения; тел.: 093-897-33-21; e-mail: [xvulunka@mail.ru](mailto:xvulunka@mail.ru).

**Khylchenko Tetiana** – National Technical University Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Department of instrument engineering; tel.: 093-897-33-21; e-mail: [xvulunka@mail.ru](mailto:xvulunka@mail.ru).

УДК 004.652.5

**О. В. БУЗОВСКИЙ, А. А. ПОДРУБАЙЛО**

#### ЧАСТИЧНОЕ ПРЕОДОЛЕНИЕ CAP-ТЕОРЕМЫ В РАСПРЕДЕЛЕННОМ ДОКУМЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОМ ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ

Существующие распределенные хранилища данных в оперативной памяти типа «ключ-значение» объединяют в себе оптимистичность подхода BASE-систем и пессимистичные алгоритмы обновления индексов, рассчитанные на работу в глобальной сети. Данная статья предлагает использование синхронных индексов для повышения консистентности и доступности данных без ущерба для способности системы к горизонтальному масштабированию.

**Ключевые слова:** CAP-теорема, хранилище данных, консистентность, индекс, доступность, распределенность, ключ-значение, оперативная память, теорема Брюэра, NoSQL.

**Введение.** Реляционные базы данных обязаны удовлетворять требования ACID[1] (atomicity, consistency, isolation, durability), т.е. ключевым понятием в таких системах является транзакция, как группа объединенных последовательных операций с базой данных. Транзакция не может быть выполнена частично, не нарушает согласованность системы, не влияет на одновременную работу других транзакций[2]. Кроме того, выполненные успешной транзакцией изменения не должны быть потеряны вследствие каких-либо сбоев системы (к примеру, обесточивания либо сбоя в оборудовании). Эти требования хорошо соответствуют традиционным бизнес-моделям, однако в полной мере реализовать их в распределенных

системах, с учетом необходимого быстродействия, крайне сложно.

CAP-теорема, известная также как теорема Брюэра, утверждает, что распределенная система способна обеспечить не более двух из трех свойств: консистентность, доступность, устойчивость к разделению (consistency, availability, partition tolerance) [3-5].

Современные хранилища типа ключ-значение спроектированы с учетом теоремы Брюэра и относятся к BASE-системам, обеспечивая «базовую доступность» и «согласованность в конечном счете» хранимых данных[6,7,8]. Это позволяет обеспечить высокую потенциальную масштабируемость и способность системы к эффективному функционированию

© О. В. Бузовский, А. А. Подрубайло. 2015