

*М. М. БОРЗОВ*, ст. викл., НТУ «ХП»

## **РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИЯВЛЕННЯ КАНАЛІВ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ ПО ВІБРОАКУСТИЧНОМУ КАНАЛУ.**

У статті розглянути методи кореляційної спекл-інтерферометрії на підставі аналізу зображень спеклу структур, які знаходяться під впливом акустичних пружних коливань для виявлення можливих каналів витоку інформації.

The methods of correlation speckle interferometry-based image analysis speckle structures that are influenced by acoustic vibrations of elastic channels to identify possible leaks are discussed.

**Вступ.** Бурхливий розвиток наукових досліджень в галузі нанотехнології іготно вплинув на розробку систем і засобів, що використовуються розвідниками, працівниками силових структур, конкурентами і криміналом для несанкціонованого доступу (НСД) до інформаційних ресурсів. Одним з таких систем є лазерні системи акустичної розвідки (ЛСАР), та використання методу кореляції спекл-інтерферометрії для виявлення каналів витоку інформації у будівельних конструкціях.

**1. Застосування властивостей спекл-картин для контролю віброакустичних коливань.** У проведеному експерименті використовувалась особливість лазерного випромінювання, яка була виявлена слідом за винаходом лазерів. Особливість полягає в тому, що при відбитті від шорсткої поверхні когерентний промінь формує на екрані складну структуру у вигляді темних і яскравих цяток. Така структура отримала назву «спекл-картина» (від англ. «Speckle» – зернятко, плямочка). Спекл-картина не має безпосереднього зв'язку з реальним зображенням освітленої поверхні. Основний внесок у формування спекл-зображення вносять малі ділянки поверхні з центрами в дзеркально відображаючих точках [1].

**2. Статистичний аналіз процесу знімання акустичної інформації зі світловідбивних поверхонь лазерним променем.** Метою експериментальних досліджень є вивчення флуктуацій випадкової величини  $X$  – інформаційного обсягу (розмір файлу в байтах) ідентичних фотографій серій спекл-структур, що утворюються на прикріпленому до стіни екрані, в залежності від інтенсивності зовнішнього акустичного поля. Площина стіни перпендикулярна осі лазерного променя, що розходиться.

Експериментальні дослідження проводжувалися згідно з функціональною схемою, що зображена на рис. 1.

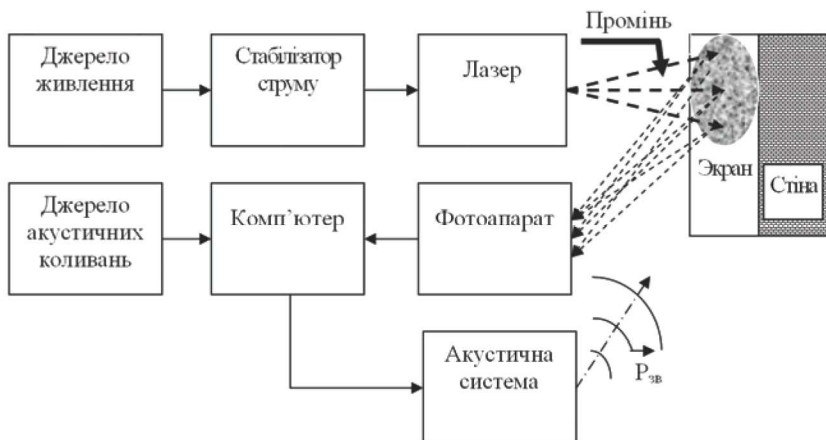


Рисунок 1 – Функціональна схема експерименту

**3. Проведення вимірювань.** Зроблено ряд незалежних вимірювань з результатами  $X_1, X_2, \dots, X_I, \dots, X_n$ . Обробка результатів вимірювань здійснювалась із застосуванням програми Microsoft Office Excel 2003.

Для проведення експериментальних досліджень було прийнято рішення застосувати у фотоапараті максимально інформативний режим - 5 МП.

За абсолютну похибку  $\Delta_{MC}$  кожної серії з вимірів був узятий інтервал між максимальним і мінімальним значеннями об'ємів файлів кожної серії об'єкта багаторазового фотографування.

За відносну похибку  $\delta_{MC}$  кожної серії з вимірів (у відсотках) було узятє відхилення  $\Delta_{MC}$  від середнього арифметичного значення.

Параметри навколишнього середовища в момент фотографування – практично незмінні. 30-й знімок (файл DSC 02935.JPG) об'єкта екрану – спекл-структури – наведено на рис. 2. Горизонтальний розмір зображення – 30 сантиметрів.

Слід зазначити, що спекл-структура, відбита від поверхні скла, за якої розташований темний фон (чорна папір, затінений кабінет), дає більш чітке зернисте зображення. Розмір спеклів не перевищує 3-х міліметрів. Об'єм файлу – 529794 байт.

Спочатку досліджували першопричину виникнення шумів при зніманні інформації зі скла лазерним променем. При цьому оцінювалося відхилення значень обсягів файлів при фотографуванні одного й того самого об'єкта – спекл-структури перетину лазерного променя, від середньоарифметичного значення  $\tilde{x}$  та середньоквадратичне відхилення  $\sigma$  (1):

$$\tilde{x} = m_x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (1)$$

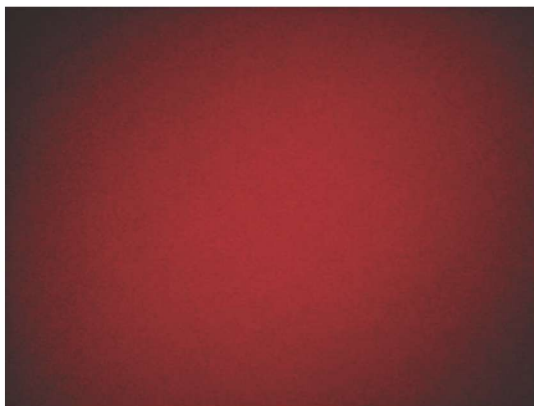


Рисунок 2 – Об’єкт фотографування спекл-структура – файл DSC 02935.JPG

У процесі досліджень було виявлено збільшення дисперсії результатів вимірювань при наявності в приміщенні порівняно слабких акустичних шумів (табл. 1).

Таблиця 1 – Серії по 5 вимірів об’ємів в байтах з результатами статистичного обчислення при наявності звуку

№	Звук 30 дБ. Розмір (об’єм) файлу, байт.	Звук 60 дБ. Розмір (об’єм) файлу, байт.
1	590196	558061
2	578156	555049
3	586301	557055
4	581911	560594
5	586478	563441
$\bar{x}$ , байт	584608,4	558840

Результати вимірів (рис. 3), проведені в приміщенні з акустичними шумами близько 30 дБ і 60 дБ, дозволили припустити, що тиск акустичної хвилі впливає на обсяг інформації, яка міститься у фотографії спекл-структури.

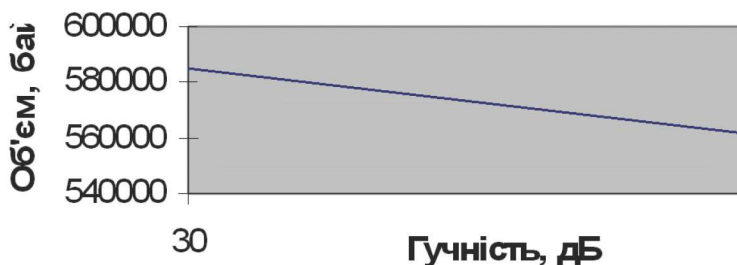


Рисунок 3 – Залежність розміру файлу від наявності звуку у приміщенні

Подальше додаткове вивчення флуктуацій розміру файлу ідентичних фотографій серій спекл-структур, що утворюються на прикріпленому до стіни екрані, в залежності від інтенсивності зовнішнього акустичного поля показало, що в області слабких звуків існує деякий екстремум, що потребує додаткових досліджень[2].

У якості джерела сигналів був застосований набір синтезованих і натуральних сигналів для експертної та суб'єктивної оцінки аудіотехніки [3].

Приміщення озвучувалося сигналом білого шуму. При цьому на акустичну систему (права та ліва) подавався фазово-незалежний білий шум.

В табл. 2 викладені результати обчислення, які дозволяють стверджувати, що флуктуації випадкової величини  $X$  – інформаційного обсягу (розмір файлу в байтах) ідентичних фотографій серій спекл-структур, що утворюються на прикріпленому до стіни екрані, – на деяких дільницях істотно залежать від інтенсивності зовнішнього акустичного поля (див. рис.4) [4, 5].

Таблиця 2 – Серії по 5 вимірів об'ємів в байтах з результатами статистичного обчислення

Звук 0 %	Звук 10 %	Звук 20 %	Звук 30 %	Звук 40 %	Звук 50 %
2161275	2177587	2174026	2164492	2152700	2161877
2168547	2185238	2173112	2154906	2157085	2155925
2105700	2170515	2158045	2165366	2151471	2151740
2150646	2173521	2168855	2166637	2156284	2163569
2169102	2175979	2166089	2161692	2168936	2162001
2151054	2176568	2168025,4	2162618,6	2157295,2	2159022,4
Звук 60 %	Звук 60 %	Звук 70 %	Звук 80 %	Звук 90 %	Звук 100%
2160318	2160318	2158596	2153717	2157706	2158619
2157028	2157028	2152957	2153922	2147199	2148543
2162127	2162127	2153708	2157449	2143762	2166605
2164066	2164066	2152160	2152907	2156942	2159697
2160013	2160013	2149513	2152792	2148625	2164485
2160710	2160710	2153387	2154157,4	2150846,8	2159589,8

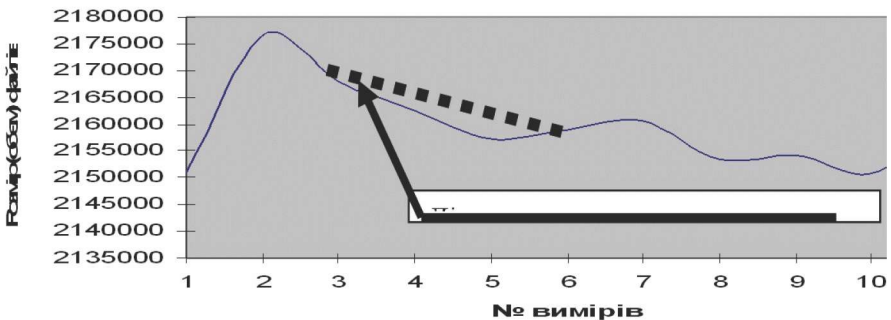


Рисунок 4 – Залежність розміру файлу від рівня акустичного шуму у приміщенні

Побудова регресивної моделі з допомогою табличного процесору програми Excel

На підставі даних, які приведені у табл. 2 створена скорочена табл. 3, побудований графік (рис. 5) та проведена поліноміальна апроксимація.

Таблиця 3 – Результати статистичного обчислення

Гучність звука, дБ	Середн. Зн., байт	Гучність звука, дБ	Середн. Зн., байт
0	2151054	60	2160710,4
10	2176568	70	2153386,8
20	2168025,4	80	2154157,4
30	2162618,6	90	2150846,8
40	2157295,2	100	2159589,8
50	2159022,4		

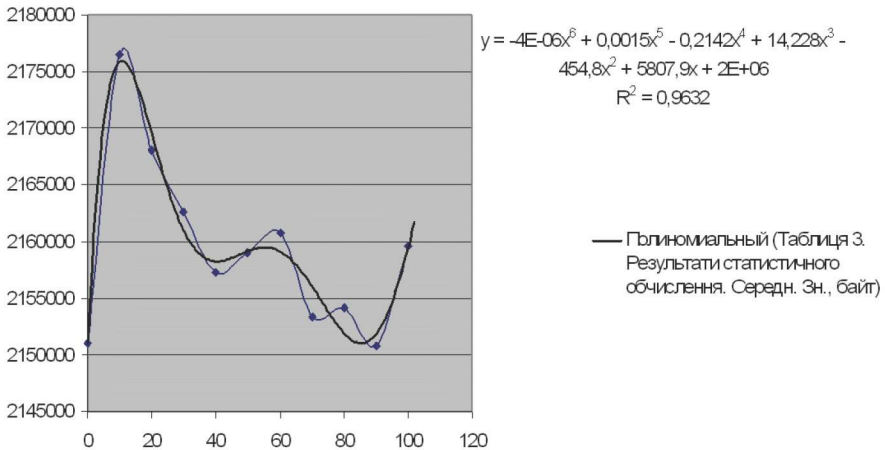


Рисунок 5 – Поліноміальна апроксимація залежності інформаційного змісту спекл-структур від рівня акустичних коливань пружного середовища

В результаті визначена математична модель (2) впливу акустичних коливань пружного середовища на інформаційний зміст спекл-структур:

$$y = -4 \left( \frac{x}{e} \right)^6 + 0,0015x^5 - 0,2142x^4 + 14,228x^3 - 454,8x^2 + 5807,9x + 2e^6. \quad (2)$$

Величина достовірності апроксимації має значення, яке близьке до одиниці  $R = 0,9632$ .

**Висновки.** У даній роботі представлені результати розробки цифрового лазерного безконтактного спекл-інтерферометричний вимірювача малих зміщень поверхні. Необхідність створення такого пристрою була пов'язана з рішенням конкретного завдання: визначення просочування звукових коливань на зовнішній поверхні стіни виділеного приміщення. Цифрова спекл-

інтерферометрія дозволяє з допомогою чисельної процедури обробки спеклкартин отримати кількісну інформацію про просторовий розподіл зсувів точок поверхні в наочній графічній формі, та зробити висновок про наявність, або відсутність можливого каналу витoku інформації.

**Список літератури:** 1. *М. Франсон* Оптика спекло / *М. Франсон*. – М.: Мир, 1980. – 171 с. 2. Изучение лазерного устройства, обеспечивающего регистрацию разговоров, ведущихся в помещениях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к документу: <http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj1348/file14451/view148775.html>. 3. *Н. Сухов* 77 Синтезированных и натуральных сигналов для экспертной и субъективной оценки аудиотехник / *Н. Сухов, В. Широков*. – М.: Аудиохобби, 2004. – 352 с. 4. *М. Борзов* Метод кореляційної спекл-інтерферометрії // Інформатизація вищих навчальних закладів МВС України. Матер. наук.-практ. конф. – Харківський національний університет внутрішніх справ, 2010. – № 59 (168) 28 травня. 5. *В. Я. Левнев, М. Н. Борзов* Способ определения внутренних дефектов в стенах помещений // Системы обробки інформації. – 2009. – № 7 (79) (154) 8 квітня.

*Надійшла до редколегії 31.03.2011.*

УДК 621.319.4

*С. М. БУЛКО*, інженер, НТУ «ХПИ»;  
*В. П. КРАВЧЕНКО*, зав.отд., НТУ «ХПИ»;  
*В. В. РУДАКОВ*, д-р техн. наук, проф., зав.каф., НТУ «ХПИ»;  
*С. Н. СВИРИДОК*, студент, НТУ «ХПИ»

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ КОНДЕНСАТОРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ**

Наведені результати експериментальних досліджень електрофізичних характеристик секцій високовольтних конденсаторів з підвищенням вмістом поліпропіленової шівки

Results over of experimental researches of electrophysics descriptions of sections of high-voltage capacitors are brought with enhanceable maintenance of polypropylene film

**Актуальность работы.** Для обеспечения частотных режимов импульсных высоковольтных конденсаторов наиболее эффективно применение пропитанной бумажно-полипропиленовой изоляции [1,2]. Предварительные расчеты показывают, что можно увеличить удельную энергию до 20 % и существенно снизить тангенс угла диэлектрических потерь, увеличивая процентное содержание полипропиленовой пленки более 50 %. В конструкциях конденсаторов с комбинированным диэлектриком слои пленки и бумаги чередуют с расположением бумаги у обкладок [3]. При этом процентное содержание пленки не превышает 50 % при практически одинаковой толщине листа бумаги и листа