



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРИУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ ТА ОСВІТИ

Збірник матеріалів

**XXVIII підсумкової науково-практичної
конференції викладачів**

24 лютого 2026

Київ 2026

УДК 061.3(063)

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ ТА ОСВІТИ: Збірник матеріалів XXVIII підсумкової науково-практичної конференції викладачів МДУ / За заг. ред. Т.В. МАРЕНИ, Київ: МДУ, 2026. с. 353

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет вченою радою Маріупольського державного університету (протокол № 9 від 25 лютого 2026 року)

Редакційна колегія:

Голова Марена Т.В., в.о. ректора МДУ, кандидат економічних наук, доцент;

Члени редколегії Безчотнікова С.В., доктор філологічних наук, професор;
Задорожня-Княгницька Л.В., доктор педагогічних наук, професор;
Демидова Ю.О., проректор з науково-педагогічної роботи та молодіжної політики МДУ, кандидат педагогічних наук, доцент;
Калініна С. П., доктор економічних наук, професор;
Константинова Ю. В., кандидат історичних наук, доцент;
Марена Т.В., кандидат економічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи;
Мельничук І. В., кандидат філологічних наук, доцент;
Павленко О.Г., доктор філологічних наук, професор;
Пирлік Н. В., кандидат філологічних наук, доцент;
Романцов В.М., доктор історичних наук, професор;
Сабадаш Ю. С., доктор культурології, професор;
Тарасенко Д. Л., доктор економічних наук, професор.

Збірник містить матеріали XXVIII підсумкової науково-практичної конференції викладачів МДУ, яка відбулася 24 лютого 2026 року в Маріупольському державному університеті.

У матеріалах висвітлені актуальні проблеми розвитку міжнародних відносин та зовнішньої політики, філософії та соціології, історії, економіки та менеджменту, права, екології, кібербезпеки, документознавства, культурології, журналістики, філології, літературознавства, методики викладання, педагогіки та психології.

Видання адресоване науковцям, викладачам, аспірантам та здобувачам вищої освіти, а також усім, хто цікавиться сучасними проблемами науки та освіти.

Редакція не несе відповідальності за авторський стиль тез, опублікованих у збірнику.

© Маріупольський державний університет, 2026

2. Can I still prove the validity of a signature after ten years? URL: <https://trustservices.swisscom.com/en/support/help-center/can-i-still-proof-the-validity-of-a-signature-after-10-years>
(дата звернення: 16.12.2025)

3. Про затвердження вимог до форматів удосконалених електронних підписів та печаток, які використовуються для надання електронних публічних послуг, та вимог до створення та перевірки удосконалених електронних підписів та печаток, що базуються на кваліфікованих сертифікатах відкритих ключів: постанова Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2023 р. № 1298.

Анжеліка Стахова,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій
Маріупольський державний університет

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОХИБОК СПЕКТРАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ У ЦИФРОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

У сучасних цифрових інформаційних системах значна частина даних формується на основі вимірювання аналогових сигналів із подальшим аналого-цифровим перетворенням та цифровою обробкою. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) є ключовою ланкою таких систем, а їхні неідеальності безпосередньо впливають на точність аналізу даних [1]. Одним із фундаментальних джерел похибок є шум квантування, зумовлений кінцевою розрядністю АЦП, який особливо критично проявляється під час спектрального аналізу сигналів [2, 3].

У задачах аналізу даних, пов'язаних зі спектральною обробкою (FFT), важливими є не лише амплітудні, а й фазові характеристики окремих спектральних складових. Похибки, викликані шумом квантування, можуть призводити до спотворення спектра, появи додаткових гармонік та зниження достовірності оцінок параметрів сигналу [5, 6]. Тому актуальним є завдання кількісної оцінки впливу квантування на результати спектральних вимірювань із використанням сучасних методів числового аналізу.

У даній роботі розглянуто застосування методу Монте-Карло для аналізу похибок спектральних вимірювань, спричинених шумом квантування АЦП. Метод Монте-Карло широко застосовується для статистичного аналізу похибок у цифровій обробці сигналів і дозволяє враховувати випадкові параметри, зокрема початкову фазу сигналу, що є типовим

для реальних вимірювальних задач [7]. Такий підхід дає змогу отримувати емпіричні розподіли похибок і перевіряти адекватність аналітичних моделей.

Числове моделювання виконувалося для синусоїдального сигналу з амплітудою 1 В, який оцифровувався 14-бітним АЦП. Кількість відліків у FFT-вікні становила 65 536, що забезпечувало частотний крок приблизно 0,76 Гц. Частота дискретизації дорівнювала 125 Мвдл/с, а тестова частота сигналу була вибрана кратною частоті дискретизації та довжині FFT-вікна, що забезпечувало синхронний захват сигналу та відсутність спектральної утечки, відповідно до рекомендацій спектрального тестування АЦП [6, 9].

У кожній реалізації методу Монте-Карло початкова фаза синусоїдального сигналу задавалася як випадкова величина, рівномірно розподілена в інтервалі $[0; 2\pi)$. Згенерований сигнал піддавався квантуванню з кроком, що відповідає 14-бітній розрядності АЦП, після чого виконувалося швидке перетворення Фур'є. Амплітуда та фаза основної гармоніки визначалися за відповідним спектральним біном, що відповідає підходам цифрової обробки сигналів [16].

Результати числового експерименту показали відсутність систематичного зсуву похибок: вибіркові середні значення не перевищували 4×10^{-8} . Отримані стандартні відхилення становили $3,51 \times 10^{-7}$ для відносної амплітудної похибки та $4,05 \times 10^{-7}$ рад для фазової похибки, що добре узгоджується з аналітичними оцінками, відомими з теорії квантування та спектрального аналізу [2, 5]. Аналіз гістограм похибок підтверджує наближення їхнього розподілу до нормального закону, що є характерним для статистичних моделей похибок у цифрових вимірювальних системах [7].

Отримані результати демонструють ефективність методу Монте-Карло як інструменту аналізу похибок у цифрових інформаційних системах. Застосування цього підходу дозволяє кількісно оцінювати вплив шуму квантування АЦП на результати спектрального аналізу даних та перевіряти достовірність аналітичних моделей. Запропонований підхід може бути використаний при проектуванні інформаційно-вимірювальних систем [1], аналізі експериментальних даних та при розробці алгоритмів компенсації похибок у програмних засобах цифрової обробки сигналів [3, 8].

Література

1. Володарський Є.Т., Добролюбова М.В., Кошева Л.О. Інформаційно-вимірювальні системи та невизначеність. *Український метрологічний журнал*. 2020. №3А. С. 30–35.
2. Widrow B., Kollar I., Liu M.-C. Statistical theory of quantization. *IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement*. 1996, Vol. 45. No. 2. Pp. 353–361.
3. Kester W. *Analog-Digital Conversion*. Norwood, MA: Analog Devices, 2004.

4. Kester W. Taking the mystery out of the infamous formula “ $\text{SNR} = 6.02N + 1.76 \text{ dB}$ ”. MT-001, Analog Devices, 2009.
5. Bellan D., Brandolini A., Gandelli A. Quantization theory: a deterministic approach. IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement, 1999, Vol. 48, No. 1, pp. 18–25.
6. Cruz Serra A., Da Silva M.F., Ramos P., Michaeli L. Fast ADC testing by spectral and histogram analysis. Proc. IMTC 2004, pp. 823–828.
7. Ifeachor E.C., Jervis B.W. Digital Signal Processing: A Practical Approach. Pearson Education, 2002.
8. Serov A.N., Serov N.A., Makarychev P.K. Evaluation of the effect of nonlinearity of the successive approximation ADC to the RMS measurement error. INDEL 2018, IEEE, pp. 1–6.