

**Л.С. ФАЙНЗІЛЬБЕРГ**Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України і МОН України, Київ, Україна, e-mail: *fainzilberg@gmail.com*.

## ФАЗОВИЙ ПОРТРЕТ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ ЯК ЗАСІБ БІОМЕТРІЇ

**Анотація.** Удосконалено підхід до побудови біометричних систем, що базується на аналізі фазового портрета одноканальної електрокардіограми (ЕКГ) особи, яка тестується. Запропоновано правила, що забезпечують розв'язання задач ідентифікації та верифікації (аутифікації) особи. Експериментальні дослідження показали, що запропоновані вирішувальні правила забезпечують 96.6% правильних рішень у процесі ідентифікації людини за 3133 записами ЕКГ у групі з 167 осіб та 99.5% правильних рішень у процесі верифікації людини за 204 записами ЕКГ 62 різних осіб. Визначено перспективи проведення подальших досліджень, спрямованих на розв'язання практичних задач біометрії.

**Ключові слова:** електрокардіограма, фазовий портрет, біометрична система, відстань Гаусдорфа, ідентифікація та верифікація особи.

### ВСТУП

Проблема біометричної ідентифікації людини базується на аналізі індивідуальних характеристиках особи і стає все більш актуальною. Сьогодні найпоширенішими є дактилоскопічні системи [1, 2], які розпізнають характерні особливості відбитків пальців. Загально визнаними також є системи біометричної ідентифікації, які ґрунтуються на розпізнаванні індивідуальних характеристик райдужної оболонки ока [3], голосу [4], обличчя [5] або його окремих частин.

Стрімкий розвиток засобів цифрової обчислювальної техніки і технології смартфонів сприяв створенню комерційних систем біометричної ідентифікації, що забезпечують достатньо високі показники. Водночас відомо, що унікальні характеристики, на яких базуються згадані засоби біометрії, можуть бути підроблені зловмисником. Наприклад, відбиток пальця можна підробити за допомогою спеціальної рукавички або муляжу (spoofing in fingerprint). Отже є потреба у спеціальних додаткових засобах захисту [6, 7]. Аналогічні підробки можливі і в системах біометрії, які базуються на розпізнаванні райдужної оболонки ока, обличчя і голосу.

Тож учені постійно шукають нові напрямки у побудові систем біометрії, що ґрунтуються на аналізі таких індивідуальних характеристиках людини, які важко підробити. Одна з таких характеристик — електрокардіограма (ЕКГ), що надає інформацію про електричну активність серця.

Мета статті — дослідити можливості ЕКГ для розв'язання задач ідентифікації і верифікації людини.

### ВЛАСТИВОСТІ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА ЕКГ

Українські вчені вперше в [8] сформулювали гіпотезу про можливість ідентифікації особи за ЕКГ. У гіпотезі було враховано результати початкових експериментів, які демонстрували індивідуальні особливості графічного зображення ЕКГ. Однак лише через шість років з'явилася зарубіжна публікація [9], присвячена новому методу ідентифікації особи за ЕКГ.

Згодом метод активно розвивався в численних дослідженнях інших авторів [10–24]. У цих роботах аналіз ЕКГ-сигналів у часовій області проводився за допомогою віконного перетворення Фур'є (short-time Fourier transformation), вейвлет перетворення (Wavelet transform), перетворення Радона (Radon transform), калманівської фільтрації (Kalman filter) та інших математичних методів.