

## КРИМІНАЛІСТИЧНА ТЕХНІКА ТА МЕТОДИКА

УДК 343.982.34'06

**А.І. Кривутенко,**  
кандидат технічних наук,  
**Ю.В. Вересенко,**  
**Т.А. Полук,**  
кандидат медичних наук

### ДАКТИЛОСКОПІЯ: ПРИНЦИПОВО НОВИЙ ЕЛЕКТРООПТИЧНИЙ МЕТОД ОТРИМАННЯ ВІДБИТКІВ ПОВЕРХНІ ТІЛА ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ ТА ГАЛУЗІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

*У статті шляхом аналізу електрооптичного зображення поверхні живого організму показано, що як у людей, так і у вищих рослин є біологічно активні точки (БАТ). Розроблений метод візуалізації БАТ дозволяє виміряти зміну інтенсивності їхнього сигналу. Продемонстровано ефективність методу при дослідженні впливу зовнішніх факторів на функціонування живих організмів та сфери застосування цього методу в криміналістиці, медицині та ін.*

**Ключові слова:** живий організм, електрооптичний сенсор, біологічно активні точки, візуалізація, ідентифікація, криміналістика.

*В статье путем анализа электрооптического изображения поверхности живого организма показано, что как у людей, так и у высших растений наявны биологически активные точки (БАТ). Разработанный метод визуализации БАТ позволяет измерить изменение интенсивности их сигнала. Продемонстрирована эффективность метода при исследовании влияния внешних факторов на функционирование живых организмов и сферы применения этого метода в криминалистике, медицине и др.*

**Ключевые слова:** живой организм, электрооптический сенсор, биологически активные точки, визуализация, идентификация, криминалистика.

*In the paper by analyzing of the optical image of the surface of the living organism it is shown that humans as well as higher plants have biologically active points (BAP). Developed imaging technique BAHT allows to measure changes in the intensity of their signal. We demonstrate the effectiveness of the method in the study of the influence of external factors on the functioning of living organisms and the scope of application of this method in forensics, medicine, and other.*

**Keywords:** living organism, electrooptical sensor, biologically active points, visualization, identification, forensics.

## Вступ

У світі проводиться велика робота з пошуку надійного методу ідентифікації особи, завдяки якому можна було б безпомилково встановити цю особу, без спрацювання на різні види підробок (муляжів, плівок), і який би був за можливості дешевим і простим у використанні. Усе це дасть можливість ефективно реалізувати заходи із запобігання міжнародному тероризму, нелегальній міграції та правопорушенням у державі. Ідентифікація людей за допомогою біометричних систем, наприклад, біометрична паспортизація, стає об'єктивною реальністю нашого життя. Від ефективності впровадження таких систем залежить стан захисту національної безпеки України.

Оптичні сканери набули найширшого використання, на відміну від ємнісних, радіочастотних, ультразвукових, температурних, натискних, оптоволоконних та інших сканерів, через те, що для контролю отриманих відбитків пальців, за їхньою допомогою, можна використовувати криміналістичну базу даних, яка, у свою чергу, використовує оптичні сканери.

Однак усім відомим у світі дактилоскопічним сканерам властиві такі “катастрофічні” недоліки як:

1) висока імовірність похибки – надання системою доступу до незареєстрованого в ній користувача (FAR: – False Acceptance Rate – *імовірність неправильного доступу*). Імовірність помилки так званого другого роду знаходиться в межах від  $10^{-4}$  до  $10^{-6}$ . Вказані характеристики означають, що серед людей, кількість яких становить від  $10^4$  до  $10^6$  (від десяти тисяч до мільйона – залежно від БСІ), знайдеться одна особа, яка, будучи незареєстрованою в цій БСІ, визнає її зареєстрованою і надасть їй доступ. Такі помилки можуть мати катастрофічні наслідки. І не обов'язково, щоб ця людина знаходилась на іншому кінці земної кулі, – вона може бути сусідом. Враховуючи це, основне завдання розробників БСІ – якнайсуттєвіше зниження ймовірності цієї катастрофічної помилки. [1];

2) відсутність об'ємного зображення відбитка пальця, що призводить до обмеження використання певних характеристик відбитка пальця (наприклад, глибина боріздок чи висота гребенів). Найбільше використання мають оптичні датчики, ємнісні на основі кремнію (компанія Дермалог, Німеччина) та просто ємнісні (шведська компанія Diometrics AB of Lung). Всі вони не дають об'ємного зображення відбитків, оскільки не промальовують боріздок. [2];

3) відсутність можливості відрізнити відбитки живого пальця від підробки (муляжів, плівок). Оскільки пальці залишають сліди на різних поверхнях будь-яких предметів, то не треба великої праці, щоб за допомогою сучасних криміналістичних методів виготовити, наприклад, муляж чи плівку, що гарно було продемонстровано по телебаченню німецькими і японськими спеціалістами. Німецькі хакери на знак протесту введення біометричних документів оприлюднили відбитки пальців Голови німецького Міністерства внутрішніх справ Вольфганга Шойбле. Зазначені відбитки були зняті зі скляного фужера, які він залишив під час одного з публічних виступів [3];

4) неможливістю захисту бази даних (тут мається на увазі база паспортних даних як бази державного база). Хакери витягнуть з бази даних всю інформацію за відбитки пальців, виготовлять муляж і пройдуть будь-які кордони. Зашифрувати базу даних можна, але будь-яке шифрування розшифровується, а відповідальні особи – підкупляються;

5) достатньо забезпечені сучасними методами і фінансами спеціалісти кримінального світу почали (за повідомленнями інтернету і телебачення) змінювати папілярний візерунок пальців, шляхом зміни характерних ознак на живому пальці за допомогою хірургічного втручання чи лазерного опромінення. Наприклад,

при видаленні частини папілярної лінії в точці її роздвоєння отримаємо зовсім іншу координату цієї лінії (рис. 1).

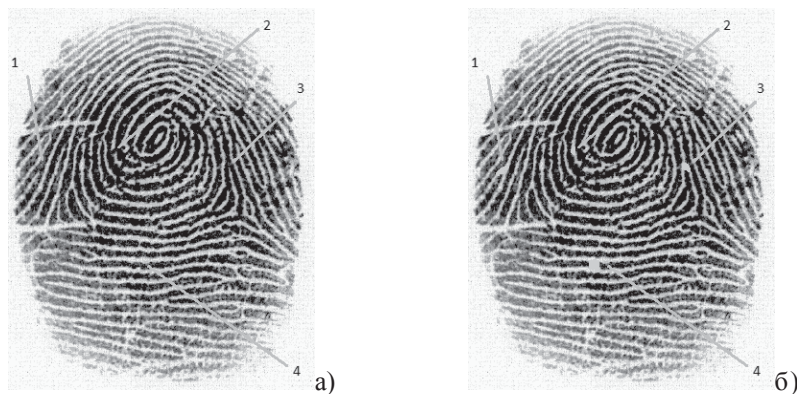


Рис. 1. Дактилоскопічні зображення відбитків живих пальців:  
а – відбиток пальця без змін в папілярному візерунку (1 – з'єднання папілярних ліній, 2 – місток, 3 – розгалуження, 4 – папілярна лінія), б – відбиток пальця із видаленими частинами папілярних ліній у папілярному візерунку пальця

У цьому випадку при ідентифікації вказаних відбитків дактилоскопічний сканер показує, що це різні пальці, **але ж людина одна й та ж сама!!!** Злочинці, використавши вказаний метод зміни папілярних ліній, отримують новий паспорт і втікають до інших країн.

З урахуванням усього сказаного вище, ми стверджуємо, що оптичні дактилоскопічні сканери, як і відомі інші, не захищають ні особу, ні державу від підробки відбитків пальців. Вони не можуть бути використані для біометричної паспортизації населення, для проведення оперативних перевірок за дактилоскопічними обліками, а також в будь-якій іншій сфері життєдіяльності, що потребує безпечного використання біометричних технологій ідентифікації особи.

Оптичні дактилоскопічні сканери – це дорогі та надзвичайно шкідливі “цяцьки”.

**Мета досліджень.** Розробка нового електрооптичного методу візуалізації БАТ і дослідження біоенергетичних змін у живих організмів під дією зовнішніх чинників.

### Матеріали і методика досліджень

**Нами розроблений принципово новий електрооптичний (біологічно активний) метод отримання зображення відбитків поверхні тіла живого організму.** Технологія методу ґрунтується на використанні спеціального електрооптичного полімерного шару, який випромінює електромагнітні хвилі, коли палець (чи рука) прикладений до сканера, неоднорідність електричного поля на його поверхні (різниця потенціалу між валиками та боріздками шкіри пальця) відбивається на випромінюванні полімерного шару. Для проведення досліджень нами створено, відповідно, принципово новий електрооптичний метод [4] отримання зображення ділянки поверхні живого організму на екрані монітора й розроблено [5] відповідний сканер (рис. 2).

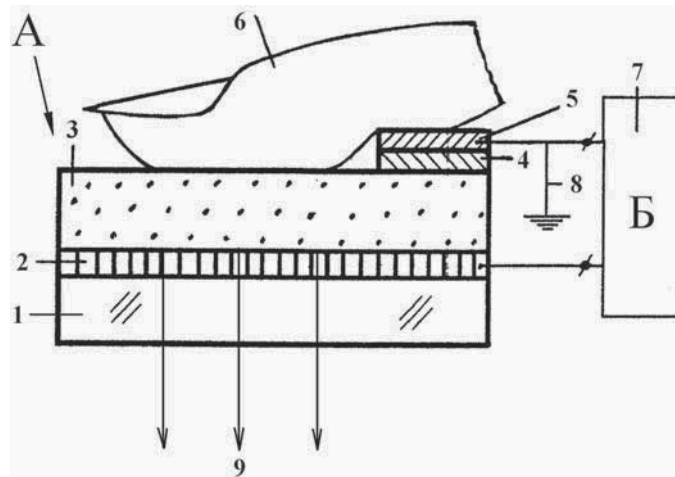


Рис. 2. Електрооптичний сканер: 1 – скло, 2 – прозорий провідник, 3 – електрооптичний полімерний шар, 4 – діелектрик, 5 – контакт, 6 – палець, 7 – генератор, 8 – заземлення, 9 – електромагнітне випромінювання

Електрооптичний сканер складається із напівпровідникового сенсора А та генератора високочастотних коливань змінного струму Б. Сенсор А складається зі скляної підкладки 1, прозорого електроду 2, напівпровідникового шару 3, діелектрика 4, металевого контакту 5. Металевий контакт 5 та прозорий електрод 2 провідниками під'єднані до генератора Б. Якщо прикласти живий об'єкт (палець 6 людини або листочок рослини) одночасно до напівпровідникового шару 3 і металевого контакту 5, а електричну напругу від генератора Б подати на металевий контакт 5 і прозорий електрод 2, то з протилежного від живого об'єкта боку скляної підкладки 1 ми побачимо електромагнітне випромінювання напівпровідникового шару 3 в місцях дотику до нього живого об'єкта. Це випромінювання направляєється на світлочутливу ПЗЗ матрицю. У подальшому відбувається математична обробка отриманих з ПЗЗ матриці сигналів, які потім виводяться на екран монітора. Величина падіння напруги на поверхні живого організму знаходилась у межах 20–50 В, а величина струму – 5–20 мА, залежно від площі досліджуваної поверхні.

На рис. 3 показано зображення поверхні шкіри пальця людини в електронному вигляді, а на рис. 4 – поверхні шкірки листочка традесканції, яку ми використовували у своїх дослідженнях.



Рис. 3. Зображення поверхні шкіри пальця людини в електронному вигляді

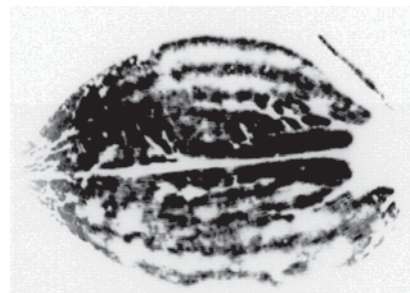


Рис. 4. Зображення поверхні шкірки листочка традесканції в електронному вигляді



Після програмно-апаратної обробки отриманих сигналів з поверхні живого організму на екран монітора виводяться координати БАТ, які на рис. 5 показані зі знаком "+". Те, що прилад відображає на екрані монітора комп'ютера саме БАТ, – документально підтверджено МОЗ України [6].

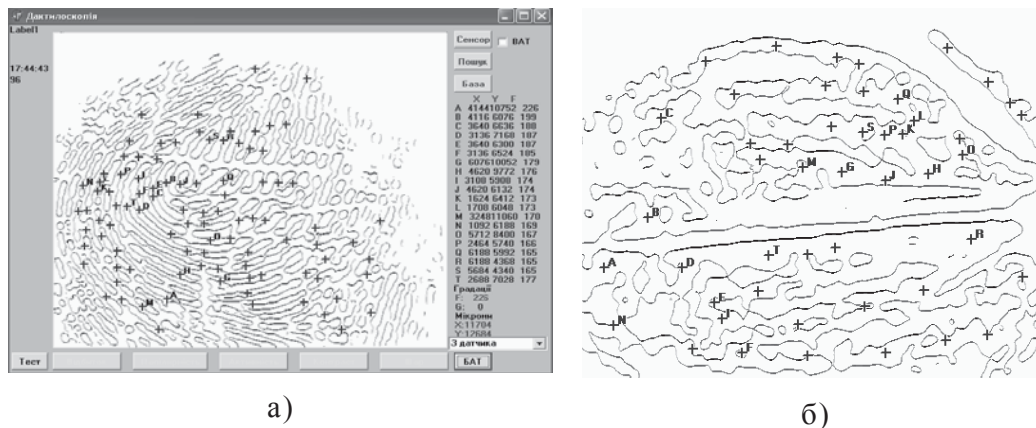


Рис. 5. Топологія біологічно активних точок (+) на живому пальці людини – рис. 5 а) і на листочку традесканції – рис. 5 б)

### Галузь криміналістики

Наведена вище розроблена технологія електрооптичного метода отримання відбитків поверхні тіла живих організмів дозволяє:

1) отримувати об'ємне зображення відбитків пальців [7]. Показаний на рис.2 розроблений нами пристрій дозволив уперше в світі отримати тривимірну структуру валиків та боріздов (рис. 6) а також фіксувати так звані "хапальні" частини пальця. Введене в комп'ютер, таке тривимірне зображення візерунка пальця передає напівтонову гаму сірого кольору, яка має 256 градацій і дає можливість із високою точністю вимірювати глибину боріздов чи висоту валиків, тобто отримати повне уявлення про об'ємну структуру папілярних ліній. Це суттєво розширює межі ідентифікації, особливо латентних слідів, за рахунок можливості робити будь-який зріз на оригіналі та порівнювати його з латентним слідом.

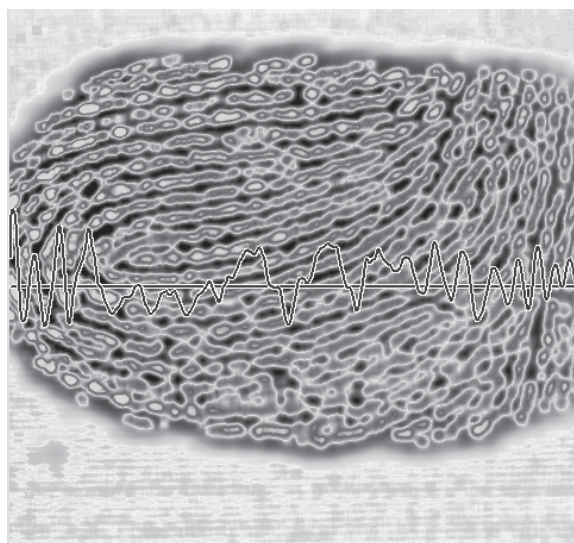


Рис. 6. Графік площини перетину папілярного візерунка пальця

2) Візуалізувати біологічно активні точки (БАТ) на поверхні шкіри людини. Дослідження показали, що топологія БАТ на поверхні пальців у різних людей, як і у одної і тієї ж людини, надзвичайно різна (рис. 7), що є новим методом іден-тифікації особи [7];

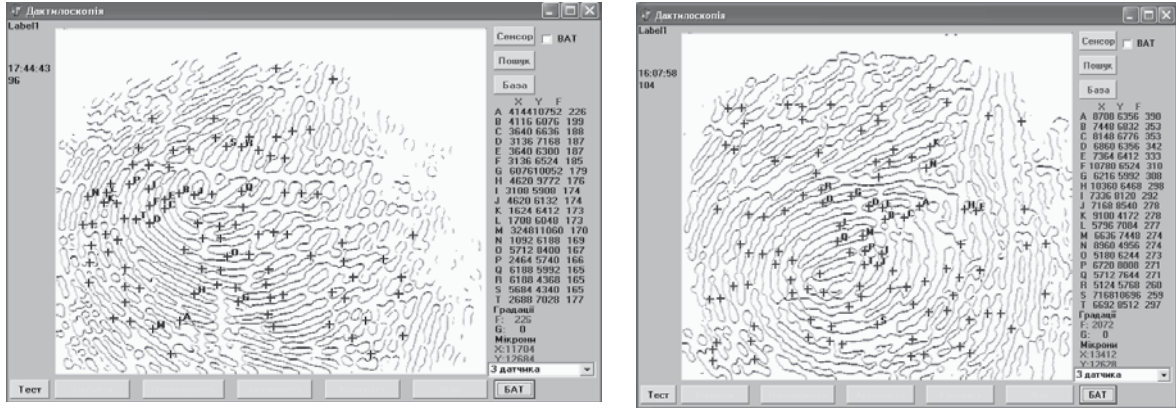


Рис. 7. На різних пальцях – різна топологія і кількість БАТ,0

Дійсність БАТ підтверджена МОЗ України [6] спеціалістами Київського медичного інституту та спеціалістами-практиками.

Багаторічний експеримент показав, що топологія координат БАТ не змінюється в часі. Про це також ідеться в роботі [8].

3) отримати імовірність похибки до  $10^{-18}$  при ідентифікації особи шляхом одночасного використання характерних ознак папілярних ліній пальця (руки) та БАТ, оскільки кількість БАТ на пальці практично в 2 рази більша за кількість характерних ознак папілярних ліній;

4) дослідження електрооптичного дактилоскопічного сканера “ДактоБАТ” (рис. 8) показали, що він відрізняє [9] різні (силіконові, гумові) муляжі, а також муляжі, виготовлені з полівінілацетату (ПВА) з живого пальця (див. рис. 9).



Рис. 8. Електрооптичний сканер “ДактоБАТ”



Рис. 9. Відбитки, введені в комп'ютер із електрооптичного сканера "ДактоБАТ": а) відбиток муляжа, б) – відбиток живого пальця

5) створити практично відкриту паспортну базу даних відбитків пальців, використовуючи яку неможливо виготовити муляж, завдячуючи об'ємному зображенню папілярних ліній та наявності координат БАТ. За координатою БАТ неможливо відтворити біологічно активну точку, оскільки біологічно активна точка – це не просто точка, а певний об'єм частини поверхні тіла неправильної форми.

б) завдяки тому, що розроблений метод візуалізації БАТ дозволяє фіксувати біоенергетичні зміни в організмі людини, його можна застосовувати при оцінці функціонального та психофізичного стану різних службовців з метою відбору та допуску до несення бойового чергування, вартової служби, управління транспортом та ін.

Нами розроблені також програми, які дозволяють спостерігати за зміною активності БАТ у часі, що дає можливість досліджувати їх реакцію під дією зовнішніх чинників.

На доведення сказаного вище нами було досліджено [10] зміну активності БАТ у часі осіб, які вживали алкоголь (рис. 10).

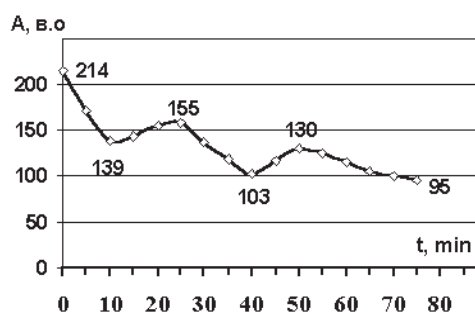


Рис. 10. Графік зміни активності БАТ людини в часі від дози спожитого алкоголю

До вживання алкоголю вони мали вихідний рівень (200–300 відн. од.) біоенергетичної активності. Після першої порції вживання алкоголю (70 мл) біологічна активність організму зменшувалась на 10–40 % (залежно від віку) протягом перших десяти хвилин відносно початкового стану. Наступні порції вживання алкоголю також зменшують біологічну активність організму. Після третьої порції біологічна активність впала на 25–56 % від початкового рівня. І тільки на другий день (станом на 11–12 год.) їх активність відновилася до початкового рівня.

### Медицина, біологія та інші галузі застосування

Разроблений метод візуалізації біологічно активних точок на поверхні тіла живого організму дозволяє не тільки визначати топологію БАТ, а й вимірювати їх активність, тобто вимірювати рівень інтенсивності їхнього сигналу, що дозволяє визначати вплив ліків (таблеток, розчинів, рідин) на весь організм людини одночасно, шляхом доторкання ліків до тіла людини протягом 20–40 секунд. Це дає можливість відбору із великої кількості ліків тих, що найкраще підходять цій людині.

Оскільки наразі ідеальні ліки відсутні, то один орган вони лікують, а другому шкодять. Запропонований метод дозволить зменшити в 2 і більше разів негативний вплив на здорові органи людини (за наявності декількох видів ліків). Це розширює лікувально-діагностичні можливості терапії.

На рис. 11 показано кінетику інтенсивності 20 БАТ під впливом таблетки “Тенорік” (лікувальний препарат для нормалізації кров’яного тиску) на мізинець (рис. 11а) та на великий палець (рис. 11б) лівої руки однієї й тієї ж людини.

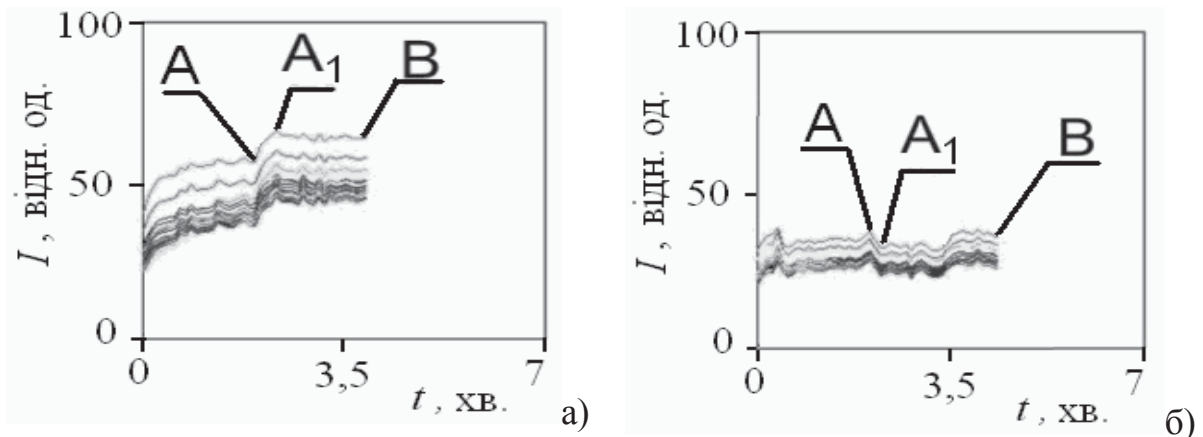


Рис. 11. Кінетика інтенсивності 20 БАТ під впливом “Теноріка” на мізинець (а) та на великий палець (б) лівої руки однієї й тієї ж людини

В точках “А” до “Теноріка” прикладались відповідні пальці правої руки в той час, коли відповідні пальці лівої руки вже знаходились на приладі. У точці “В” пальці були зняті з “Теноріка”.

Дослідження проводились таким чином. Як відомо з рефлексотерапії, меридіан серця парний і пов’язаний з мізінцями правої та лівої руки [11]. Дистальна фаланга мізинця лівої руки прикладається до поверхні сенсора пристрою “ДактоБАТ” на 50–100 с для отримання вихідного значення інтенсивності БАТ. Після



цього в точці “А” (рис. 11а) мізинець правої руки прикладався до таблетки “Теноріка”, а мізинець лівої руки залишався на сенсорі. Через 100 с пальці знімалися з таблетки та приладу. Із отриманого спектра інтенсивності БАТ видно, що після прикладання мізинця правої руки до таблетки, її поле [12] підсилило поле БАТ мізинця правої руки і ці підсилені сигнали (поля) передались БАТ мізинцю лівої руки. В результаті цього, як видно з рисунка, видимо підвищилась іонна провідність в місцях БАТ мізинця лівої руки, а опір шкіри в місцях проекції БАТ на неї зменшився. Це призвело до зменшення падіння напруги електричного струму на поверхню шкіри в місцях розташування БАТ і, як наслідок, до збільшення напруги у відповідних місцях полімерного шару 3 (рис. 2) і збільшення інтенсивності сигналу електромагнітного випромінювання також у цих місцях, що ми і спостерігаємо після точки “А” рис. 11а.

Як уже було сказано вище, мізинці рук людини пов’язані з серцем, тому можна зробити висновок, що таблетка “Теноріка” діє позитивно на роботу серця цієї людини.

Такі ж самі процедури були проведені з великими пальцями (рис. 11б) тієї ж людини, меридіани БАТ яких пов’язані з легенями. Із рис. 11 видно, що таблетка “Теноріка” зменшує активність БАТ (точка “А”) після доторкання великого пальця правої руки до таблетки “Теноріка”, а після зняття його інтенсивність знову повертається до вихідного стану (точка “В”). Це свідчить про те, що цей лікарський препарат діє негативно на легені цієї людини.

Таким чином, розроблений метод візуалізації БАТ дозволяє:

- 1) вивчати вплив різних зовнішніх факторів (ліків, продуктів споживання) на біоенергетичний стан людини;
- 2) оцінювати функціональний і психофізичний стан людей шляхом вимірювання інтенсивності БАТ. Наприклад, при поганому настрої інтенсивність БАТ, як і у людини, що вжила алкоголь, – знижується.

### Дослідження кінетики інтенсивності БАТ рослин під дією зовнішніх факторів

На рис. 4 показано зображення поверхні шкірки листочка традесканції в електронному вигляді, а на рис. 12а топологія розміщення БАТ цього ж листочка. Його топологія БАТ суттєво відрізняється від топології БАТ іншого листочка (рис. 12б). Проведені дослідження топології БАТ на багатьох листочках показали, що вона, як і на пальцях людей, різна, але у своїй більшості БАТ виявляються на місцях розташування жилок [13].

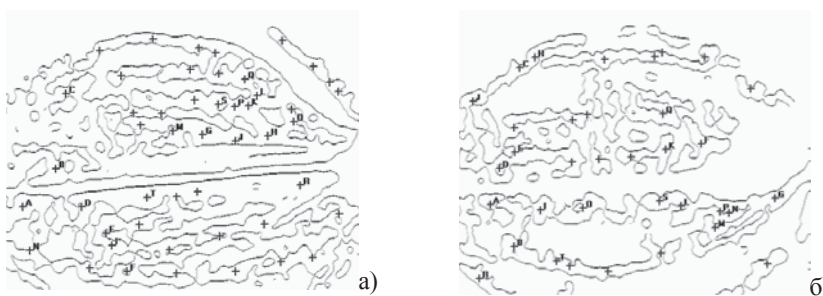


Рис. 12. Топологія БАТ двох листочків традесканції. а) 48 БАТ, б) 35 БАТ

На рис. 13 показано кінетику інтенсивності 20 БАТ, одночасно знятих на листочку традесканції протягом 7 хвилин при кімнатній температурі 18°C без будь-якого впливу на рослину. Відстань між листочком, з якого проводились вимірювання, і коренем, який був очищений від ґрунту, становила 0,3 м. Із отриманого спектра кривих не видно особливих змін інтенсивності БАТ рослини.

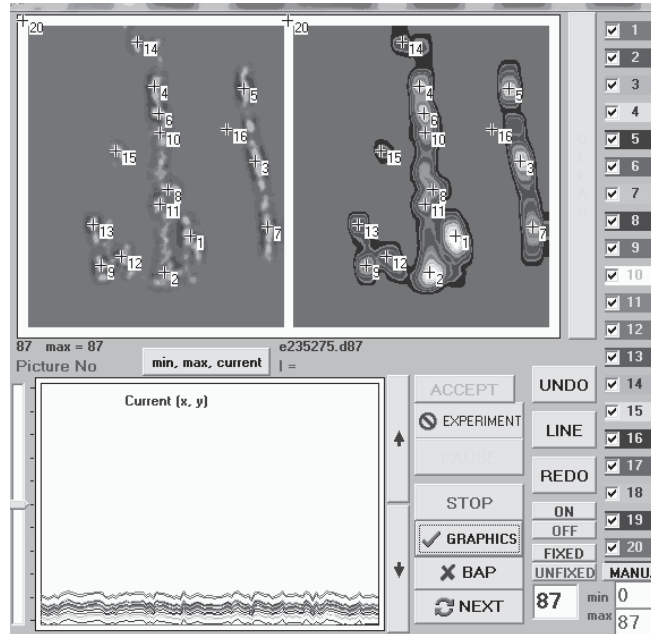


Рис. 13. Кінетика інтенсивності 20 БАТ, одночасно знятих на листочку традесканції протягом 7 хв.

У наступному експерименті (рис. 14) через 100 с після зйому БАТ (для отримання вихідного значення інтенсивності БАТ) корінь рослини був повністю залитий насиченим розчином цукру (точка "А" рис. 14 а). У цей момент інтенсивність БАТ листочка різко збільшилася і потім продовжувала зростати. Із кінетики БАТ видно, що розчин подіяв на рослину позитивно і це призвело до збільшення активності БАТ листочка. Через 35 хвилин зростання інтенсивності сигналу БАТ припинився (на рис. не показано), що може свідчити про насичення коріння розчином цукру.

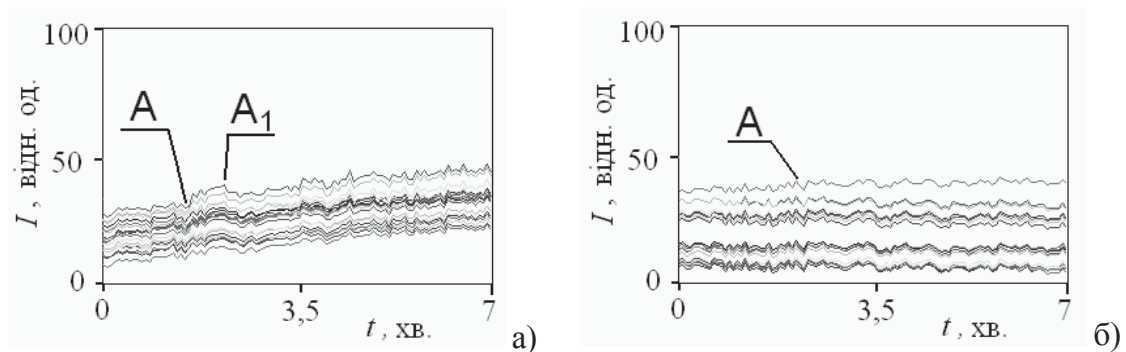


Рис. 14. Кінетика інтенсивності 20 БАТ, знятих на листочку традесканції, під впливом (точка "А") насиченого (а) та ненасиченого (б) розчину цукру

При іншому дослідженні (рис. 14 б) концентрація насиченого розчину цукру була зменшена у 5 разів. Як видно із кінетики БАТ, їх активність збільшилася не так яскраво, як у першому експерименті. Це свідчить про те, що цей метод дослідження живих організмів дозволяє визначати не тільки час насичення коріння розсади, квітів та ін. рослин перед їх посадкою у ґрунт, а також визначати концентрацію розчину, необхідного для цієї процедури, яка, можливо, призведе до зменшення часу насичення.

Як видно з усього сказаного вище, цей електрооптичний метод дослідження живих організмів можна використовувати також у тваринництві.

### Висновки

Новий метод дослідження біоенергетичного стану живих організмів дозволяє:

- візуально і в цифровому вигляді фіксувати зміни біоенергетичної активності БАТ під впливом зовнішніх чинників;
- отримувати топологію БАТ з високою точністю;
- виявляти відбитки пальців, спотворені, наприклад, лазерним випромінюванням;
- отримати новий рівень ідентифікації особи, з надзвичайно малою ймовірністю похибки ідентифікації особи  $10^{-16}$  -  $10^{-18}$ ;
- відрізнити муляжі від живих пальців;
- вивчати вплив ліків на організм людини;
- визначати час замочування кори різних рослин певним розчином, визначати його концентрацію перед їх посадкою, а також вивчати вплив різних хімічних речовин на рослини.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Бишоп Петер*. Технология биометрической защиты ATMEL FINGERCHIP™ / Петер Бишоп // Электронные компоненты. – 2004. – № 4. – С. 37–44.
2. Don Braggins. Fingerprint sensing and analysis // Sensor Review. – 2001. – Vol. 21.–№ 4.– P. 272–277.
3. Немецкие хакеры грозят “пальцем” // Деловая газета “Взгляд” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vz.ru/society/2008/4/2/156615.html>.
4. *Кривутенко А.І.* Метод візуалізації біологічно активних точок / А.І. Кривутенко // Фізіологічний журнал. – 2000. – Т. 46. – № 6. – С. 119–122.
5. Патент № 27648 Україна, А61В 5/117, G06К 9/00. Спосіб отримання відбитка пальця та пристрій для його здійснення // А.І. Кривутенко – Опубл., 15.09.2000, бюл. №4/2000.
6. Лист МОЗ України № 601–03/562 від 07.08.2001 р.
7. *Кривутенко А.І.* Дворівневий метод ідентифікації особи / А.І. Кривутенко. – К. : Криміналістичний вісник, 2002. – С. 141–145.
8. *Мачарет Е.Л.* Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачарет, И.З. Костюк. – К. : Вища школа, 1989. – 231 с.
9. *Кривутенко А.І., Вересенко Ю.В.* Дактилоскопічні сканери – безпека чи небезпека?
10. *Кривутенко А.І.* Дворівневий метод ідентифікації особи / А.І. Кривутенко. – К. : Криміналістичний вісник, 2002. – С. 141–145.
11. *Лувсан Гаваа.* Очерки методов восточной рефлексотерапии / Гаваа Лувсан – Новосибирск : Наука. – 3-е изд., 1991. – 431 с.
12. *Лутичев Н.Л.* Электростимуляционная диагностика, гомеопатия и феномен дальнего действия / Н.Л. Лутичев. – М. : НПК-ИРИУС, 1990. – 124 с.
13. *Кривутенко А.І.* Новий метод дослідження біоенергетичного стану рослин / А.І. Кривутенко // Науковий вісник НУБіП України, 2012. – Вип. 171, Ч. 2. – С. 147–153.

Отримано 20.10.2014

Рецензент Хорошко В.О., доктор технічних наук, професор.