



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55306 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01N 33/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ФАЗОВОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ СКЛОВИДНОГО ТІЛА

1

2

(21) u201006720

(22) 01.06.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.

(72) ВАНЧУЛЯК ОЛЕГ ЯРОСЛАВОВИЧ, УШЕНКО  
ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, ПОПОВИЧ ДАРІНА  
ТОДОРІВНА(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-  
СИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА(57) Спосіб фазового визначення давності настан-  
ня смерті за допомогою аналізу скловидного тіла  
шляхом оцінки дегенеративно-дистрофічних змін  
біологічних тканин трупа людини, який відрізня-ється тим, що для визначення швидкості дегене-  
ративно-дистрофічних змін використовують коге-  
рентне лінійно поляризоване випромінювання з  
довжиною хвилі 0,6328 мкм, за допомогою якого  
формують зображення тканини скловидного тіла  
ока в площині цифрової світлочутливої камери,  
вимірюють значення азимута і еліптичності поля-  
ризації в різних точках, визначають розподіл фа-  
зових зсувів лазерного зображення тканини скло-  
видного тіла ока, обчислюють статистичні моменти  
1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіл  
фазових зсувів, за часовою динамікою зміни яких  
судять про давність настання смерті.

Корисна модель відноситься до медицини, су-  
дової медицини, криміналістики та патологічної  
анатомії, а також фізичної оптики і може бути ви-  
користана для визначення давності настання сме-  
рті та дослідження статистичних розподілів фазо-  
вих зсувів різних точок зображень гістологічних  
зрізів біологічних об'єктів, що актуально у діагнос-  
тиці трупних процесів біологічних тканини.

Відомі способи визначення давності настання  
смерті є приблизними і засновані на оцінці швид-  
кості настання дегенеративно-дистрофічних змін  
м'яких тканин. Вони базуються на визначенні пер-  
винних постмортальних ознак, ранніх та пізніх тру-  
пних змін. Для точного визначення причини і часу  
настання смерті експерт повинен враховувати ве-  
лику кількість факторів, які вказують вплив на  
труп, аналізувати можливу причину смерті, про-  
водити додаткові дослідження та звертатись до кон-  
сультації спеціалістів різного профілю. Велике  
значення при цьому має кваліфікація експерта.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії,  
що досліджують координатний розподіл станів  
поляризації лазерного випромінювання біологіч-  
ними тканинами. Спосіб, описаний в [A.G.Ushenko,  
and V.P.Pishak. Laser Polarimetry of Biological  
Tissue. Principles and Applications //in Coherent-  
Domain Optical Methods. Biomedical Diagnostics,  
Environmental and Material Science /ed. V.Tuchin. -  
Kluwer Academic Publishers, 2004. - P.67.], засно-  
ваний на аналізі картини розподілу азимутів поля-  
ризації в лазерному зображенні гістологічних зрізів

сполучної і м'язової тканини. Недоліком способу є  
відсутність діагностичних параметрів, які ефектив-  
ні для діагностики структури біологічних тканин.

Відомий також спосіб визначення оптико-  
геометричної структури біологічних тканин шляхом  
оцінки статистичних моментів поляризаційних зо-  
бражень біологічних тканин [(O.V. Angelsky, A.G.  
Ushenko, Yu.A. Ushenko, Ye.G. Ushenko, Yu.Ya.  
Tomka, V.P. Pishak. Polarization-correlation mapping  
of biological tissue coherent images //J. Biomed. Opt.  
- 2005. - Vol.10, No.6. - P.064025.)]. У способі-  
прототипі за допомогою поляризатора візуалізу-  
ють зображення архітектоники біологічної тканини і  
вимірюють розподіли станів поляризації такого  
лазерного зображення, за якими визначають опти-  
ко-геометричну структуру архітектонічної сітки  
сполучної і м'язової біологічних тканин.

Основним недоліком способу-аналога, є відсу-  
тність даних про причини зміни оптичних власти-  
востей біологічних тканин трупа людини, а також  
використання обмеженої кількості тканин різних  
типів.

Прототипом корисної моделі є спосіб визна-  
чення давності настання смерті за оцінкою деге-  
неративно-дистрофічних змін м'яких тканин (Бед-  
рин Л.М., Крюков В.Н., Литвак А.С. и др. Судебная  
медицина. - М., Медицина, 1987. -464с.) при якому  
час настання смерті визначається за діагностикою  
дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин.  
При цьому дегенеративно-дистрофічні зміни оці-  
нюються шляхом виявлення ранніх та пізніх труп-

(19) UA (11) 55306 (13) U

них змін (висихання, охолодження, м'язове залякання трупа, трупні плями, трупний аутоліз, гниття, муміфікація, сапоніфікація, дублення) наявність яких співставляється із умовами, в яких знаходиться труп, можливими причинами смерті та граничним часом розвитку таких змін.

Недоліками прототипу є те, що визначення давності настання смерті є відносним та суб'єктивним, залежить від кваліфікації експерта, має великий інтервал коливання результатів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити спосіб визначення давності настання смерті шляхом статистичної оцінки координатних змін розподілу фазових зсувів лазерних зображень тканини скловидного тіла для забезпечення розширення функціональних можливостей діагностики анізотропії різних тканин ока трупа людини, а також у підвищенні точності такої діагностики на основі вимірювання сукупності статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіл значень фазових зсувів лазерних зображень тканин скловидного тіла.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі визначення давності настання смерті за допомогою оцінки дегенеративно-дистрофічних змін біологічних тканин для визначення швидкості дегенеративно-дистрофічних змін використовують когерентне лінійно поляризоване випромінювання з довжиною хвилі 0,6328 мкм, формують зображення тканини скловидного тіла в площині цифрової світлочутливої камери, вимірюють стани значення азимута і еліптичності поляризації у різних точках, визначають розподіл фазових зсувів лазерного зображення тканини скловидного тіла, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіл фазових зсувів, за часовою динамікою зміни яких судять про давність настання смерті.

Спільними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є використання для визначення давності настання смерті дегенеративно-дистрофічних змін тканини. Корисна модель відрізняється від прототипу тим, що для визначення швидкості дегенеративно-дистрофічних змін використовують когерентне лінійно поляризоване випромінювання з довжиною хвилі 0,6328 мкм, формують зображення тканини скловидного тіла в площині цифрової світлочутливої камери, вимірюють стани значення азимута і еліптичності поляризації у різних точках, визначають розподіл фазових зсувів лазерного зображення тканини скловидного тіла, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіл фазових зсувів, за часовою динамікою зміни яких судять про давність настання смерті.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Для оцінки давності настання смерті в трупа забирають зразок тканини скловидного тіла. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку, використовуючи плоскополяризований пучок. Вимірюють значення азимутів і еліптичності поляризації у всіх точках лазерного зображення тканини скловидного тіла, визначають розподіли фазових зсувів, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіли фаз лазерних зображень тканини скловидного тіла, на підставі часових змін яких визначають давність настання смерті.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

Одним з найвідоміших та ефективних підходів в аналізі (оцінюванні) координатної структури лазерних зображень біологічних тканин є їх поляризаційне картографування [Coherence - domain methods in biomedical optics /Ed. V.V.Tuchin. Bellingham, SPIE, 1996. Vol. 2732.] з використанням наступної методики:

1. Використовуючи CCD камеру та обертаючи площину пропускання поляризатора-аналізатора на кут  $\Theta$  в межах  $\Theta = 0^\circ \div 180^\circ$  визначають множини мінімальної та максимальної інтенсивності

$$I_{\min} \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix}; I_{\max} \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \text{ лазерного зображення}$$

для кожного окремого пікселя (m, n) CCD-камери та відповідні їм кути повороту

$$\Theta \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \equiv I_{\min}.$$

2. Далі розраховується поляризаційна мапа зображення біологічної тканини, використовуючи наступні співвідношення:

$$\alpha \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} = \theta(l(r) \equiv I_{\min}) - \frac{\pi}{2}; \quad (1)$$

$$\beta \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} = \arctg \frac{l(r)_{\min}}{l(r)_{\max}}.$$

3. Розраховуються координатні розподіли фазових зсувів  $K$

$$K \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \quad K(r) = \arctg \left[ \frac{\operatorname{tg} 2\beta(r)}{\operatorname{tg} \alpha(r)} \right]. \quad (2)$$

4. Обчислюються статистичні моменти першого  $Z_1$ , другого  $Z_2$ , третього  $Z_3$  і четвертого  $Z_4$  порядків

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |K_i| = \frac{1}{N} (|K_1| + |K_2| + \dots + |K_N|); \\
 Z_2 &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^2} = \sqrt{\frac{1}{N} (K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_N^2)}; \\
 Z_3 &= \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} (K_1^3 + K_2^3 + \dots + K_N^3); \\
 Z_4 &= \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^4 = \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} (K_1^4 + K_2^4 + \dots + K_N^4),
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

де  $N$  - кількість пікселів цифрової камери.

За вимірними статистичними моментами розподілів значень  $K(x = 1 \div m, y = 1 \div n)$  фаз лазерного зображення тканини скловидного тіла, можна однозначно визначити давність настання смерті шляхом моніторингу часової зміни величини статистичних моментів першого  $Z_1$ , другого  $Z_2$ , третього  $Z_3$  і четвертого  $Z_4$  порядків. Інтервал давності настання смерті визначається на основі вимірювання часу  $T$ , починаючи з якого величини статистичних моментів не змінюються  $Z_{1-4}(T) = \text{const}$ .

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є плоскополяризованим з азимутом  $\alpha = 0^\circ$ . В якості зразків використали гістологічні зрізи тканини скловидного тіла товщиною 25 мкм.

В таблиці 1 наведені часові інтервали встановлення давності і точності визначення давності

настання смерті шляхом вимірювання середнього, дисперсії, асиметрії та ексцесу розподілів фаз лазерних зображень скловидного тіла.

Таблиця 1

Діапазони визначення давності настання смерті

Статистичні моменти	Діапазон визначення давності
$Z_1(T) = \text{const}$	1 год - 72 год.
$Z_2(T) = \text{const}$	1 год - 84 год
$Z_3(T) = \text{const}$	1 год - 100 год
$Z_4(T) = \text{const}$	4 год - 124 год

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей визначення давності настання смерті шляхом статистичного моніторингу зміни фазової структури лазерних зображень при одночасному високоточному вимірюванні параметрів поляризації зображень біологічного об'єкту. При цьому вперше використано проведення моніторингу часових змін статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіл фаз лазерних зображень тканини скловидного тіла.