



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **55310** (13) **U**
(51) МПК (2009)
G01N 33/00
A61B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

видається під
відповідальність
власника
патенту

ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(54) СПОСІБ ФАЗОВОЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЇ ШЛУНКА

1

(21) u201006724

(22) 01.06.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.

(72) ПЕРЕСУНЬКО ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ,
МОЙСЮК ТЕТЯНА ГРИГОРІВНА, УШЕНКО ЮРІЙ
ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) Спосіб фазової диференціальної діагностики
патології шлунка за оцінкою патологічних змін
шляхом визначення статистичних моментів, що
характеризують розподіли фаз лазерних зобра-

2

жень гістологічних зрізів біопсії м'яких тканин, який
відрізняється тим, що для оцінки ранніх (пере-
дракових) патологічних змін тканин шлунка прово-
дять опромінювання гістологічних зрізів біопсії
тканин шлунка циркулярно поляризованим випро-
мінюванням, вимірюють крізь чвертьхвильову пла-
стинку інтенсивність у кожній точці лазерного зо-
браження гістологічних зрізів біопсії тканин
шлунка, визначають координатні розподіли фаз та
обчислюють статистичні моменти 3-го - 4-го по-
рядків, що характеризують такі розподіли, за яки-
ми судять про наявність передракової патології
тканин шлунка людини.

Корисна модель відноситься до медицини, он-
кології, а також фізичної оптики і може бути вико-
ристана для діагностики і диференціації передра-
кових процесів та раку шлунка за допомогою
дослідження розподілів інтенсивності флуоресце-
нції тканини шлунка, що актуально у діагностиці
процесу малігнізації облігатних передракових ста-
нів шлунку.

Питання своєчасної діагностики раку шлунка
сьогодні практично вирішенні. Сучасні методи до-
зволяють виявити захворювання на самих ранніх
стадіях, коли пухлина локалізується в слизовій
шлунка і практично не дає метастазів. Основним
методом діагностики раку шлунка є фіброгастрос-
копія з полібіопсією (не менше чим з 5 місць підоз-
рілої ділянки слизової), яку потрібно виконувати
всім хворим з підозрою на рак шлунка, за виклю-
ченням тих випадків, коли є протипокази до дослі-
дження.

Проте на даний час не існує такого об'єктивно-
го, точного та зручного способу диференційної
діагностики передракових захворювань та раку
шлунка, що дозволяє значно об'єктивізувати на
ранніх етапах визначення патологічних змін та
отримати точні дані, які не залежать від суб'єкти-
вної оцінки лікаря-діагноста.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії,
які досліджують координатний розподіл фазових
зсувів лазерного випромінювання біологічними
об'єктами. Спосіб-аналог, 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.], заснований на аналізі картини розподілу
фазових зсувів між ортогональними компонентами
амплітуди в лазерному зображенні гістологічних
зрізів сполучної і м'язової тканини.

Недоліком способу є низька точність вимірю-
вання фазових зсувів у лазерному зображенні та
визначення їх топологічного розподілу.

Також аналогом способу, що заявляється, є
спосіб визначення оптико-геометричної структури
біологічних тканин шляхом оцінки розподілів вели-
чин фазових зсувів [(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-аналогі за допомогою чвертьхви-
льової пластинки і поляризатора вимірюють коор-
динатний розподіл фазових зсувів у площині ла-
зерного зображення, за яким визначають оптико-
геометричну структуру архітектонічної сітки сполу-
чної і м'язової біологічних тканин.

Основним недоліком способу-аналогі є низька
точність вимірювання значень фаз та параметрів
оптико-геометричної архітектонічної сітки біологіч-
них тканин різних типів.

Прототипом корисної моделі є спосіб діагнос-
тики раку за оцінкою статистичної структури фазо-

(13) **U**
(11) **55310**
(19) **UA**

вих лазерних зображень гістологічних зрізів м'яких тканин (O.V. Angelsky, A.G. Ushenko and Ye.G. Ushenko, "2-D Stokes polarimetry of biospeckle tissues images in pre-clinic diagnostics of their pre-cancer states," J. Holography Speckle 2 (1), 26-33, 2005.), при якому онкологічний стан визначається за діагностикою змін фазових зображень гістологічних зрізів м'яких тканин. При цьому патологічні зміни оцінюються шляхом обчислення сукупності статистичних моментів 1-го і 2-го порядків розподілів фаз.

Недоліками прототипу є те, що відбувається діагностика раку на пізніх етапах зміни морфологічної структури біологічних тканин, що значно гальмує ефективність лікування та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити спосіб діагностики раку шляхом оцінки ранніх передракових патологічних змін за визначенням 3-го і 4-го статистичних моментів розподілів фаз лазерних зображень тканин шлунка для забезпечення розширення функціональних можливостей ранньої диференціальної діагностики патологічних змін тканин шлунка людини, а також у підвищенні точності вимірювання фаз.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі діагностики патологічних змін шлунка за визначенням статистичних моментів, що характеризують розподіли фаз лазерних зображень гістологічних зрізів біопсії тканин шлунка, для оцінки ранніх (передракових) патологічних змін тканин шлунка проводять опромінювання гістологічних зрізів біопсії тканин шлунка циркулярно поляризованим випромінюванням, вимірюють крізь чвертьхвильову пластинку інтенсивність у кожній точці лазерного зображення гістологічних зрізів біопсії тканин шлунка, визначають координатні розподіли фаз та обчислюють статистичні моменти 3-го - 4-го порядків, що характеризують такі розподіли, за якими судять про наявність передракової патології тканин шлунка людини.

Спільними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є використання для діагностики патологічних змін лазерного опромінювання гістологічних зрізів біопсії тканин шлунка, обчислення статистичних моментів, які характеризують розподіли фаз лазерного зображення гістологічних зрізів біопсії тканин шлунка. Корисна модель відрізняється від прототипу тим, що для оцінки ранніх передракових патологічних змін тканин шлунка проводять опромінювання циркулярно поляризованим випромінюванням, вимірюють крізь чвертьхвильову пластинку інтенсивність лазерного випромінювання у кожній точці лазерного зображення, визначають координатні розподіли фаз та обчислюють статистичні моменти 3-го - 4-го порядків, що характеризують такі розподіли, за якими судять про наявність ранньої передракової патології тканин шлунка людини.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки виникнення передракового патологічного стану шлунку в людини забирають зразок біопсії. За допомогою пристрою проводять лазерне опро-

мінення гістологічного зрізу біопсії тканини шлунка, вимірюючи розподіли фаз лазерного зображення. За оцінкою величин статистичних моментів 3-го і 4-го порядків, які характеризують розподіли фазових зсувів лазерного зображення гістологічного зрізу біопсії тканини шлунка, діагностують наявність ранніх передракових патологічних змін шлунка.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

Найбільш повно фазові характеристики світлових полів описуються у термінах фазових зсувів між ортогональними складовими амплітуди (А.Г. Ушенко, С.Б. Ермоленко, М.А. Недужко. Поляризационно-интерференционная диагностика внутренних напряжений //Дефектоскопия. -1991.6 - № 6.-С. 83-88).

Методика вимірювання таких розподілів наступна. Вимірювання величини фазового зсуву в межах кожного $m \times n$ пікселя світлочутливої площадки CCD - камери проводилося шляхом пропускання лазерного пучка крізь чвертьхвильову пластинку. При цьому послідовно вимірювалися сигнали I_δ з наступним обчисленням фазового зсуву за співвідношеннями

$$\delta_{m \times n} = \arccos \sqrt{I_{m \times n}} \quad (1)$$

Сукупність значень $\delta(m \times n)$ складає двовимірний масив випадкових значень фазових зсувів лазерного зображення тканини шлунка

$$\delta = \begin{pmatrix} \delta_{11} & \dots & \delta_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ \delta_{n1} & \dots & \delta_{nm} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Таким чином, за вимірюваними інтенсивностями I_δ когерентного випромінювання, можна однозначно визначити розподіл фаз лазерного зображення гістологічного зрізу біопсії тканини шлунка у різних його точках та обчислити статистичні моменти третього Z_3 і четвертого Z_4 порядків за алгоритмами

$$\begin{aligned} Z_3 &= \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i^3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \langle z_1^3 + z_2^3 + \dots + z_N^3 \rangle; \\ Z_4 &= \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i^4 = \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \langle z_1^4 + z_2^4 + \dots + z_N^4 \rangle; \end{aligned} \quad (3)$$

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є циркулярно поляризованим. В якості зразка використали гістологічні зрізи біопсії тканини шлунка здорової і хворої (передраковий стан) людини. Статистичні моменти, що характеризують поляризаційну структуру зображень таких зразків відрізняються в 2,5 - 3 рази.

Статистичні моменти	Норма	Патологія
Асиметрія	0,87	2,14
Ексцес	1,96	5,89

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей фазової діагностики ранньої передракової патології шлунка людини шляхом статистичного моніторингу зміни фазової структури лазерних зображень гістологічних зрізів біопсії тканин шлун-

ку людини при одночасному високоточному вимірюванні фазових зсувів. При цьому вперше використано циркулярно поляризоване лазерне випромінювання та визначення статистичних моментів 3-го і 4-го порядків, які характеризують розподіли фаз лазерних зображень гістологічних зрізів біопсії тканин шлунку людини.