



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116071** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
G01N 33/00
G01N 33/483 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2016 10845</p> <p>(22) Дата подання заявки: 28.10.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2017</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2017, Бюл.№ 9</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бачинський Віктор Теодосович (UA), Гарздюк Марта Славівна (UA), Ванчуляк Олег Ярославович (UA), Ушенко Олександр Григорович (UA), Ушенко Юрій Олександрович (UA), Ушенко Володимир Олександрович (UA), Дуболазов Олександр Володимирович (UA), Кушнерик Людмила Ярославівна (UA), Прідій Олександр Георгійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002 (UA)</p>
---	--

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ ЗА ДОПОМОГОЮ КАРТОГРАФУННЯ ЛАЗЕРНО-ІНДУКОВАНИХ ФЛУОРЕСЦЕНТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПОЛІКРИСТАЛІЧНОЇ ПЛІВКИ ЛІКВОРУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення давності настання смерті за допомогою картографування лазерно-індукованих флуоресцентних зображень полікристалічної плівки ліквору шляхом оцінки трупних дегенеративно-дистрофічних змін. Для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням гелій-кадмієвого лазера з довжиною хвилі 0,441 мкм, здійснюють пряме та зворотне Фур'є перетворення, вимірюють розподіли інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 3-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

UA 116071 U

Корисна модель належить до медицини, судової медицини, криміналістики та патологічної анатомії, а також фізичної оптики і може бути використана для визначення давності настання смерті та дослідження станів поляризації гістологічних зрізів та полікристалічних плівок біологічних шарів, що актуально у дослідженні динаміки розвитку трупних процесів біологічних тканин і рідин.

Відомі способи визначення настання часу смерті є приблизними і засновані на оцінці швидкості настання дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин. Вони базуються на визначенні первинних постмортальних ознак, ранніх та пізніх трупних змін. До первинних постмортальних ознак відносять реакцію скелетної мускулатури та гладеньких м'язів райдужки на механічні, хімічні та електричні подразники тощо. Первинні постмортальні ознаки дозволяють встановлювати час настання смерті протягом першої доби після її настання. До ранніх трупних змін відносять висихання трупа, охолодження трупа, м'язове заляккання трупа, трупні плями та трупний аутоліз. Такі трупні ознаки починають з'являтися вже через 1,5-2 години після настання біологічної смерті, отримують повний розвиток протягом перших 2-х діб після смерті та не супроводжуються значними структурними змінами тканин. Пізні трупні зміни починаються також після настання біологічної смерті, але у більш пізні терміни. Це гниття, муміфікація, сапоніфікація, дублення тощо. Для точного визначення часу настання смерті експерт повинен враховувати велику кількість факторів, які впливають на труп, аналізувати можливу причину смерті, проводити додаткові дослідження та звертатись за консультаціями до спеціалістів різного профілю. В залежності від давності смерті та умов, в яких знаходився труп, визначення часу настання смерті є наближеним з коливанням до 2-3-х годин протягом першої доби та 15-20-ти годин у наступні доби. Велике значення при цьому має кваліфікація експерта.

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу визначення часу настання смерті. Наш спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати визначення часу настання смерті та отримати точні дані, які не залежать від суб'єктивної оцінки судово-медичного експерта.

Єрмаковим А.В. (А.В. Ермаков. Изменения уровня среднемoleкулярных соединений в ликворе в зависимости от времени наступления смерти //Проблемы экспертизы в медицине. - 2004. - № 16-4. - Т. 4 -С. 25) проводилися дослідження зміни рівня середньомолекулярних сполук у лікворі в залежності від часу настання смерті методом спектрофотометрії по модифікованій стандартній методиці при довжині хвилі 254 нм, 260 нм та 280 нм, проте метод потребує значної кількості ліквору (до 18 мл), його діагностична значимість є обмеженою.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії, які досліджують координатний розподіл станів поляризації лазерного випромінювання біологічними тканинами. 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 азимутів поляризації в лазерному зображенні гістологічних зрізів сполучної і м'язової тканини.

Недоліком способу є низька точність вимірювання азимутів поляризації у зображенні та визначення їх топологічного розподілу, а також відсутність інформації про розподіли еліптичності поляризації.

Також аналогом способу, що заявляється, є спосіб визначення оптико-геометричної структури біологічних тканин шляхом оцінки розподілів азимута та еліптичності поляризації [(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, № 6. - P. 064025)]. У способі-аналогу за допомогою чвертьхвильової пластинки і поляризатора вимірюють координатний розподіл азимутів і еліптичності поляризації у площині лазерного зображення, за яким визначають оптико-геометричну структуру архітектонічної сітки сполучної і м'язової біологічних тканин.

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

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб визначення давності настання смерті за оцінкою дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин (Бедрин Л.М., Крюков В.Н., Литвак А.С. и др. Судебная медицина. - М.: Медицина, 1987. - 464 с.), при якому час настання смерті визначається за діагностикою дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин. При цьому дегенеративно-дистрофічні зміни оцінюються шляхом виявлення ранніх та пізніх трупних змін (висихання, охолодження, м'язове заляккання 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 найближчого аналога є те, що відбувається відносно, суб'єктивне визначення часу настання смерті, що у більшій мірі залежить від кваліфікації експерта, низька точність визначення часу настання смерті з великим інтервалом коливання, необхідність врахування великої кількості факторів, які можуть значно змінювати час настання окремих трупних змін, необхідність проведення консультацій інших спеціалістів - екологів, ентомологів, ботаніків тощо, що значно гальмує діагностику у часі та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб визначення давності настання смерті шляхом оцінки дегенеративно-дистрофічних трупних змін за визначенням часових змін статистичних моментів 3-4-го порядків, які характеризують координатні розподіли значень інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору для розширення функціональних можливостей діагностики анізотропії біологічних рідин трупа людини, а також підвищення точності вимірювання часу настання смерті.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі флуоресцентного визначення давності настання смерті людини шляхом оцінки трупних дегенеративно-дистрофічних змін, відповідно до корисної моделі, для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням гелій-кадмієвого лазера з довжиною хвилі 0,441 мкм, здійснюють пряме та зворотне Фур'є перетворення, вимірюють розподіли інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 3-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

Спільними ознаками найближчого аналога та рішення, що заявляється, є використання для визначення давності настання смерті дегенеративно-дистрофічних змін. Корисна модель відрізняється від найближчого аналога тим, що використовують випромінювання гелій-кадмієвого лазера з довжиною хвилі 0,441 мкм, здійснюють пряме та зворотне Фур'є перетворення, вимірюють розподіли інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 3-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки давності настання смерті в трупа забирають зразки ліквору. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку, здійснюють пряме та зворотне Фур'є перетворення, вимірюють розподіли інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору трупа людини. За оцінкою часової динаміки зміни значень статистичних моментів 3-4-го порядків розподілів інтенсивності флуоресценції шару ліквору визначають давність настання смерті.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані. Ідея [Лазерна поляризаційна морфологія біологічних тканин: статистичний і фрактальний підходи. Монографія /[Ушенко О.Г., Пішак В.П., Ангельський О.В., Ушенко Ю.О.]. - Чернівці: Колір-Друк, 2007. - 314 с.] лазерної флуоресценції полягає в опромінюванні біологічних тканин людини короткохвильовим когерентним пучком з довжиною хвилі $\lambda = 0,441$ мкм, що має енергію W

$$W = h \frac{c}{\lambda} \cdot \quad (1)$$

Тут c - швидкість світла; h - стала Планка.

При поглинанні такої енергії клітинами ліквору відбувається їх активація з наступною флуоресценцією у вигляді перевипромінювання у більш довгохвильовій області $\lambda^* = 0,523$ μm

$$W^* = h \frac{c}{\lambda^*} \cdot \quad (2)$$

Таким чином, у залежності від кількості та концентрації таких клітин у рідині ліквору формується координатний розподіл інтенсивності флуоресцентного зображення

$$I(\lambda^*) = \begin{pmatrix} I_{11} & I_{1n} \\ I_{m1} & I_{mn} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

З метою виділення дрібно- та великомасштабної структури флуоресценції застосовують оптичну реалізацію прямого і зворотного Фур'є перетворення [Laser Speckle and Related Phenomena /edited by J.C. Dainty //Statistical properties of laser speckle patterns /J.W. Goodman. - Berlin: Springer-Verlag, 1975. - P. 9-75].

Таким чином, за вимірними екстремальними значеннями інтенсивності I_{jk} дрібно- та великомасштабного зображення біологічної рідини для кожного окремого пікселя (mn) CCD - камери можна однозначно визначити асиметрію Z_3 та ексцес Z_4 , які характеризують розподіли інтенсивності флуоресценції просторово-частотно відфільтрованого зображення полікристалічної плівки ліквору в різних точках, кількість яких визначається числом пікселів цифрової камери

$$Z_3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\beta^*)^3; \quad (4)$$

$$Z_4 = \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\beta^*)^4; \quad (5)$$

це N - повна кількість пікселів CCD-камери, яка реєструє поляризаційно-неоднорідне мікроскопічне зображення плівок ліквору

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є лазерним з довжиною хвилі $\lambda = 0,441 \mu\text{m}$. Як зразок використали зразки ліквору трупа людини.

У таблиці приведені часові інтервали і точність визначення давності настання смерті.

Таблиця

Діапазони і точність визначення давності настання смерті

Статистичні моменти	Діапазон визначення давності	Точність Визначення давності
Дрібномасштабне зображення	1 год. - 24 год.	15 хвилин
	1 год.-36 год.	20-25 хвилин
Великомасштабне зображення	1 год. - 48 год.	30-45 хвилин
	1 год. - 52 год.	30-45 хвилин

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей та підвищення точності визначення давності настання смерті шляхом часового моніторингу зміни значень статистичних моментів розподілів інтенсивності флуоресценції полікристалічних плівок ліквору. Нами вперше використано лазерне випромінювання з довжиною хвилі 0,441 мкм, пряме та зворотне Фур'є перетворення із наступним часовим моніторингом зміни значень статистичних моментів 3-4-го порядків, які характеризують розподіли інтенсивності флуоресценції дрібно- та великомасштабних складових зображень ліквору, за якими судять про давність настання смерті.

25 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення давності настання смерті за допомогою картографування лазерно-індукованих флуоресцентних зображень полікристалічної плівки ліквору, шляхом оцінки трупних дегенеративно-дистрофічних змін, який **відрізняється** тим, що, для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням гелій-кадмієвого лазера з довжиною хвилі 0,441 мкм, здійснюють пряме та зворотне Фур'є перетворення, вимірюють розподіли інтенсивності дрібно- та великомасштабних складових флуоресцентних зображень полікристалічних плівок ліквору трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 3-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601