



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 117349

(13) U

(51) МПК

G06K 9/46 (2006.01)

H04N 1/409 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 13520**

(22) Дата подання заявки: **28.12.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.06.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.06.2017, Бюл.№ 12**

(72) Винахідник(и):

**Трохименко Олена Петрівна (UA),
Кунашев Дмитро Ігоревич (UA),
Соловйов Сергій Олександрович (UA),
Дзюблик Ірина Володимирівна (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ІМЕНІ П.Л.
ШУПИКА,
вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112 (UA)**

(54) СПОСІБ КОМП'ЮТЕРНОЇ ОБРОБКИ І АНАЛІЗУ МІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ СУБСТРАТЗАЛЕЖНИХ КЛІТИННИХ СИСТЕМ IN VITRO

(57) Реферат:

Спосіб комп'ютерної обробки та аналізу мікроскопічних зображень субстратзалежних клітинних систем in vitro включає створення бази цифрових зображень клітин, одержаних за однакових умов зйомки для всіх випадків, обробку кожного зображення методом бінаризації за Оцу, інвертування зображення, виокремлення цифрових даних щодо контурів клітин, позбавлення шуму методами ерозії, дилатації, морфологічного відкриття та закриття та формування на їх основі єдиної бази для аналізу статистичними методами, на основі яких комп'ютерна програма приймає рішення про відмінність декількох баз даних з виборками, або приналежність вхідного зображення до однієї з існуючих у програмі бази. Під час зйомки нативного препарату встановлюють високу яскравість підсвітлення, конфігурування зображення проводять з допомогою підпрограми конвертування. Отримані дані за інструкцією завантажують у програму, яка визначає ряд параметрів, на основі яких обчислюють питому вагу достовірності одержаних даних за відповідними показниками, що відрізняються від граничного значення 0,05 для різних культур і їх станів.

UA 117349 U

Корисна модель належить до комп'ютерних засобів розпізнавання, обробки і аналізу зображень і може бути застосована у наукових і прикладних дослідженнях, зокрема для виділення заданих об'єктів при вірусологічних дослідженнях в субстратзалежних клітинних системах *in vitro*.

Найбільш близьким аналогом до запропонованого способу, є градієнтний спосіб відділення контурів об'єктів на матриці тонового растрового зображення (патент RU № 2325044 С1, Гданский и др., 20.05.2008). Для всіх пікселів растрового зображення обчислюється норма або квадрат норми градієнту вимірювання їх яскравості, потім на новій чорно-білій монохромній матриці чорним кольором на білому фоні виділяються всі елементи, у яких значення норми або квадрата норми градієнту більше граничного значення, а контурами об'єктів на монохромній матриці вважаються зв'язані конфігурації елементів чорного кольору. Наводяться критерії, за якими визначаються контури об'єктів, які шукають.

Недоліком вказаного способу є неможливість розрізнити об'єкти різної природи, що мають яскраво виражені межі (границі) а умови, що накладаються на модуль градієнта зображення, не дозволяють описати форму об'єктів.

Задачею корисної моделі розробка досконалішого способу комп'ютерного аналізу нативних (не забарвлених) зображень проліферуючих субстратзалежних клітинних систем, що дозволить усунути недоліки найближчого аналога.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі комп'ютерної обробки та аналізу мікроскопічних зображень субстратзалежних клітинних систем *in vitro*, що включає створення бази цифрових зображень клітин, одержаних за однакових умов зйомки для всіх випадків, обробку кожного зображення методом бінаризації за Оцу, інвертування зображення, виокремлення цифрових даних щодо контурів клітин, позбавлення шуму методами ерозії, дилатації, морфологічного відкриття та закриття та формування на їх основі єдиної бази для аналізу статистичними методами, згідно з корисною моделлю, під час зйомки нативного препарату встановлюють високу яскравість підсвітлення, конфігурування зображення проводять з допомогою підпрограми конвертування, після чого отримані дані за інструкцією завантажують у програму, яка визначає ряд параметрів, на основі яких обчислюють питому вагу достовірності одержаних даних за відповідними показниками, що відрізняються від граничного значення 0,05 для різних культур і їх станів.

Відмінною особливістю способу, що заявляється, є: встановлення високої яскравості підсвітлення нативного препарату під час зйомки, конфігурування зображення за допомогою підпрограми конвертування, інвертування зображення, автоматичне виділення контурів клітин на знімках з можливістю їх корекції в ручному режимі з наступною автоматизацією статистичного аналізу отриманих параметрів клітин у великих вибірках та порівняння великих чисельних масивів, що здійснюється за допомогою комп'ютерної програми, захищеної свідоцтвом України авторського права на твір № 67125 від 10.08.2016 Комп'ютерна програма "Аналіз цифрових мікроскопічних зображень субстратзалежних клітинних систем *in vitro*" (далі Програма № 67123).

Спосіб здійснюють наступним чином: Проводять мікроскопію і фотографування моношару субстратзалежної культури клітин під інвертованим мікроскопом, наприклад PrimoVert Karl Zeiss, при яскравому освітленні, із збереженням зображення у форматі *czi*, або *png*. Для подальшої обробки зображення проводиться його попереднє конфігурування згідно "підпрограми конвертування" за пунктом 1.

За інструкцією завантажують одержані дані у Програму № 67123, яка використовує наведену конфігурацію при подальшій автоматичній обробці зображення, що включає бінаризацію за Оцу та наступні морфологічні операції: ерозію, дилатацію, відкриття/закриття та алгоритм водорозділу. При необхідності виконують корекцію контурів в ручному режимі. Результат обробки фіксується у вигляді таблиці з набором параметрів, що підлягають статистичній обробці, в результаті якої виявляються відмінності між мікроскопічними зображеннями досліджуваних клітинних моношарів.

Приклад 1

Суспензію перещеплювальної субстратзалежної культури клітин аденокарциноми гортані людини HEP-2 у посівній концентрації $0,5 \cdot 10^6$ кл/мл об'ємом 10,0 мл у ростовому живильному середовищі вміщують у полістироловий культуральний матрац з площею поверхні 75 см² і культивують при 37 °С. Через 48 і 72 години від початку культивування проводять мікроскопічні дослідження і фотографування клітинного моношару під інвертованим мікроскопом PrimoVert Karl Zeiss і зберігають його у форматі *png* з наступною попередньою конфігурацією за програмою (пункт 1).

За інструкцією завантажують сконфігуроване зображення за пунктом 1 у програму Свідоцтво № 67123, яка використовує наведену конфігурацію при подальшій автоматичній обробці зображення, що включає бінаризацію за Оцу та наступні морфологічні операції: ерозію, дилатацію, відкриття/закриття та алгоритм водорозділу. При необхідності виконують корекцію контурів клітин у ручному режимі. Результат обробки фіксується у вигляді таблиці з набором параметрів, що підлягають статистичній обробці. На Фіг. 1 наведені мікроскопічні зображення (збільшення 20х) моношарів культури клітин HEP-2, нативного і обробленого за способом, що заявляється: а) через 48 год. культивування, нативне зображення; б) 48 год. культивування, оброблене зображення; в) через 72 год. культивування, нативне зображення; г) через 72 год. культивування, оброблене зображення.

В таблиці 1 подані числові характеристики цифрових мікроскопічних зображень моношарів культури клітин HEP-2 в динаміці культивування з набором параметрів та результати їх статистичної обробки і порівняння. Всі числові параметри клітин, що обробляються, поділяються на дві групи: геометричні параметри і спектральні характеристики.

Таблиця 1

Результати статистичної обробки числових параметрів мікроскопічних зображень культур клітин HEP-2 через 48 і 72 години культивування ($P < 0,05$)

Perimeter	Max [R]	Average [R]	Area [fill]	Area	Max [B]	Solidity	Convex Area
0,0158	0,00000013	0,00000003	0,0261	0,0267	0,0000	0,0003	0,0175

Compactness [fill]	Average [G]	Extent	Min [B]	Min [G]	Max [G]	Min [R]	Average [B]	Compactness
0,0031	0,00001	0,0052	0,0000	0,00002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0023

Примітка: геометричні параметри: Area - Площа клітини, Perimeter - Периметр клітини, Compactness - Компактність клітини, Area[fill] - Площа заповнення зображення клітини, Compactness[fill] - Компактність відносно заповненої площі, Extent - Відношення площі фігури до площі описаного прямокутника, Convex Area - Площа опуклої оболонки клітини, Solidity - Щільність - відношення площі до опуклої оболонки; спектральні характеристики: Min[R] - Мінімальне значення червоного каналу, Average[R] - Середнє значення червоного каналу, Max[R] - Максимальне значення червоного каналу, Min[G] - Мінімальне значення зеленого каналу, Average[G] - Середнє значення зеленого каналу, Max[G] - Максимальне значення зеленого каналу, Min[B] - Мінімальне значення синього каналу, Average[B] - Середнє значення синього каналу, Max[B] - Максимальне значення синього каналу.

Представлені в таблиці 1 дані містять статистичні значення критерію Стюдента для кожного із зазначених параметрів. Виявлено, що усі рівні значимості як геометричних параметрів, так і спектральних характеристик, менші за граничне значення 0,05, ($P < 0,05$), що характеризують відмінність між об'єктами, що порівнюються з достовірністю більш ніж 95 %.

Таким чином, при порівнянні клітинних моношарів культури HEP-2 із застосуванням способу, що заявляється, виявлені достовірні відмінності між об'єктами через 48 і 72 години культивування як за геометричними параметрами клітин, так і за спектральними характеристиками з достовірністю $> 95\%$ ($P < 0,05$).

Приклад 2

Спосіб виконують так само, як описано у прикладі 1, але досліджують перещеплювальну субстратзалежну культуру клітин тестикул поросят ПТП. Через 48 і 72 години від початку культивування проводять мікроскопічні дослідження і фотографування сформованих клітинних моношарів під інвертованим мікроскопом PrimoVert Karl Zeiss, зберігають його у форматі png з наступною попередньою конфігурацією за пунктом 1 та виконують автоматичну обробку зображення згідно свідоцтва № 67123.

На Фіг. 2 зображені мікроскопічні зображення (збільшення 20х) моношарів культури клітин ПТП, нативного і обробленого за способом, що заявляється: а) через 48 год. культивування, нативне зображення; б) 48 год. культивування, оброблене зображення; в) через 72 год. культивування, нативне зображення; г) через 72 год. культивування, оброблене зображення.

В Таблиці 2 подані числові характеристики мікроскопічних зображень моношарів культури клітин ПТП в динаміці культивування з набором параметрів та результати їх статистичної обробки і порівняння.

Таблиця 2

Результати статистичної обробки числових параметрів мікроскопічних зображень культур клітин ПТП через 48 і 72 години культивування ($P < 0,05$)

Perimeter	Max [R]	Average [R]	Area [fill]	Area	Max [B]	Solidity	Convex Area
0,014673	0,00000	0,000858	0,00283	0,0027	0,0000	0,02127	0,000901

Compactness [fill]	Average [G]	Extent	Min [B]	Min [G]	Max [G]	Min [R]	Average [B]	Compactness
0,0073261	0,0000	0,1073	0,000	0,0000	0,000	0,0178	0,00000	0,006021

Примітка: геометричні параметри: Area - Площа клітини, Perimeter - Периметр клітини, Compactness - Компактність клітини, Area[fill] - Площа заповнення зображення клітини, Compactness[fill] - Компактність відносно заповненої площі, Extent - Відношення площі фігури до площі описаного прямокутника, Convex Area - Площа опуклої оболонки клітини, Solidity - Щільність - відношення площі до опуклої оболонки; Параметри колірності: Min[R] - Мінімальне значення червоного каналу, Average[R] - Середнє значення червоного каналу, Max[R] - Максимальне значення червоного каналу, Min[G] - Мінімальне значення зеленого каналу, Average[G] - Середнє значення зеленого каналу, Max[G] - Максимальне значення зеленого каналу, Min[B] - Мінімальне значення синього каналу, Average[B] - Середнє значення синього каналу, Max[B] - Максимальне значення синього каналу.

Представлені в таблиці 2 дані містять статистичні значення критерію Стюдента для кожного із зазначених параметрів культури клітин ПТП. Виявлено, що усі рівні значимості геометричних параметрів (за винятком Extent), так і параметрів кольоровості, менші за граничне значення 0,05, що характеризують відмінність між об'єктами, що порівнюються з достовірністю більш ніж 95 %.

Таким чином, при порівнянні зображень клітинних моношарів культури ПТП із застосуванням способу, що заявляється, виявлені достовірні відмінності між об'єктами через 48 і 72 години культивування як за геометричними параметрами клітин, так і за їх спектральними характеристиками з достовірністю >95 %.

Приклад 3. Суспензії перещеплювальних субстратзалежних культур клітин НЕР-2 та ПТП, кожену окремо у посівних концентраціях $0,5 \cdot 10^6$ кл/мл об'ємом 10,0 мл у відповідних живильних середовищах вміщують у полістиролові культуральні матраци з площею поверхні 75 см^2 і культивують при 37°C . Через 48 годин від початку культивування проводять мікроскопічні дослідження і фотографування сформованих клітинних моношарів під інвертованим мікроскопом PrimoVert Karl Zeiss і зберігають їх у форматі png з наступною попередньою конфігурацією за програмою, за пунктом 1 та виконують автоматичну обробку зображення за Свідоцтвом № 67123.

На Фіг. 3 наведені мікроскопічні зображення (збільшення 20х) моношарів культур клітин НЕР-2 і ПТП, нативного і обробленого за способом, що заявляється: а) культура клітин НЕР-2 через 48 год. культивування, нативне зображення; б) культура клітин НЕР-2 через 48 год. культивування, оброблене зображення; в) культура клітин ПТП через 48 год. культивування, нативне зображення; г) культура клітин ПТП через 48 год. культивування, оброблене зображення.

В таблиці 3 подані числові характеристики мікроскопічних зображень моношарів культури клітин НЕР-2 і ПТП з набором параметрів та результати їх статистичної обробки і порівняння.

Таблиця 3

Результати статистичної обробки числових параметрів мікроскопічних зображень культур клітин HEP-2 через 48 години культивування ($P < 0,05$)

Perimeter	Max [R]	Average [R]	Area [fill]	Area	Max [B]	Solidity	Convex Area
0,365152	0,0000011	0,0000029	0,52546	0,5290	0,00000	0,26836	0,50983

Compactness [fill]	Average [G]	Extent	Min [B]	Min [G]	Max [G]	Min [R]	Average [B]	Compactness
0,051955	0,0000	0,01472	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,04109

Примітка: геометричні параметри: Area - Площа клітини, Perimeter - Периметр клітини, Compactness - Компактність клітини, Area[fill] - Площа заповнення зображення клітини, Compactness[fill] - Компактність відносно заповненої площі, Extent - Відношення площі клітини до площі описаного прямокутника, Convex Area - Площа опуклої оболонки клітини, Solidity - Щільність - відношення площі до опуклої оболонки; Спектральні характеристики: Min[R] - Мінімальне значення червоного каналу, Average[R] - Середнє значення червоного каналу, Max[R] - Максимальне значення червоного каналу, Min[G] - Мінімальне значення зеленого каналу, Average[G] - Середнє значення зеленого каналу, Max[G] - Максимальне значення зеленого каналу, Min[B] - Мінімальне значення синього каналу, Average[B] - Середнє значення синього каналу, Max[B] - Максимальне значення синього каналу.

Представлені дані таблиці 3 містять статистичні значення критерія Ст'юдента для кожного із зазначених параметрів культур клітин HEP-2 і ПТП через 48 годин культивування в стандартних умовах. Виявлено, усі рівні значимості геометричних параметрів (за винятком Extent), більші за граничне значення 0,05, що свідчить про відсутність відмінностей між об'єктами, що порівнюються. Тобто культури клітин HEP-2 і ПТП через 48 годин культивування за геометричними параметрами тотожні. Проте за спектральними характеристиками порівнювані об'єкти відрізняються між собою з достовірністю більш ніж 95 %.

Таким чином, при порівнянні зображень клітинних моношарів культур HEP-2 і ПТП через 48 годин культивування із застосуванням способу, що заявляється, виявлені достовірні відмінності між об'єктами за спектральними характеристиками з достовірністю $>95\%$ ($P < 0,05$) і відсутність відмінностей між ними за геометричними параметрами клітин ($P > 0,05$).

Приклад 4. Суспензію клітин перещеплювальної субстратзалежної культури ПТП у посівній концентрації $0,5 \cdot 10^6$ кл/мл об'ємом 10,0 мл у ростовому живильному середовищі (РС) RPMI-1640 з додаванням 5 % сироватки ембріонів корів та антибіотиків вміщують у полістиролові культуральні матраци з площею поверхні 75 см^2 і культивують при 37°C . Через 24 години культивування РС видаляють і клітини інфікують респіраторним бокавірусом людини HboV1, виділеним із клінічного матеріалу від дітей з клінічними проявами ГРВІ та ідентифікованих методом ПЛР [Дзюблик, Трохименко, Бойко //Профілактична медицина, 2015]. Як контроль використовують не інфіковану культуру клітин ПТП тієї ж генерації в аналогічних умовах. Культури інкубують при 37°C . Через 48 години після інфікування проводять мікроскопічні дослідження і фотографування контрольного (інтактного) і інфікованого клітинних моношарів під інвертованим мікроскопом PrimoVert Karl Zeiss і зберігають їх зображення у форматі png. Виконують попереднє конфігурування зображень клітинних моношарів за п.1. Подальшу обробку зображення проводять, як описано в прикладах 1-3, за програмою за Свідоцтвом № 67123.

На Фіг. 4 наведені зображення нативного і оброблених за способом, що заявляється моношарів контрольної (а, б) та інфікованої HboV1 (в, г) культур клітин ПТП.

В Таб. 4 подані числові характеристики мікроскопічних зображень інтактних та інфікованих моношарів культури клітин ПТП з набором параметрів та результати їх статистичної обробки і порівняння.

Таблиця 4

Результати статистичної обробки числових параметрів мікроскопічних зображень культур клітин ПТП, інтактної та інфікованої HboV1 ($P < 0,05$)

Perimeter	Max [R]	Average IR	Area [fill]	Area	Max [B]	Solidity	Convex Area
0,00000	0,000000	0,000000	0,00005	0,00006	0,50422	0,00000	0,000079

Compactness [fill]	Average [G]	Extent	Min [B]	Min [G]	Max [G]	Min [R]	Average [B]	Compactness
0,00000005	0,0000	0,00000006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000072

Примітка: геометричні параметри: Area - Площа клітини, Perimeter - Периметр клітини, Compactness - Компактність клітини, Area[fill] - Площа заповнення зображення клітини, Compactness[fill] - Компактність відносно заповненої площі, Extent - Відношення площі клітини до площі описаного прямокутника, Convex Area - Площа опуклої оболонки клітини, Solidity - Щільність - відношення площі до опуклої оболонки; Параметри колірності: Min[R] - Мінімальне значення червоного каналу, Average[R] - Середнє значення червоного каналу, Max[R] - Максимальне значення червоного каналу, Min[G] - Мінімальне значення зеленого каналу, Average[G] - Середнє значення зеленого каналу, Max[G] - Максимальне значення зеленого каналу, Min[B] - Мінімальне значення синього каналу, Average[B] - Середнє значення синього каналу, Max[B] - Максимальне значення синього каналу.

Виявлено, що усі рівні значимості як геометричних параметрів, так і спектральних характеристик, за винятком Max [B] менші за граничне значення 0,05, що свідчить про наявність відмінностей між об'єктами, що порівнюються, а саме інтактними та інфікованими культурами клітин ПТП з достовірністю більш ніж 95 %.

Таким чином, при порівнянні зображень клітинних моношарів культури ПТП, інтактних і через 48 годин після інфікування із застосуванням способу, що заявляється, виявлені достовірні відмінності між об'єктами за геометричними параметрами і спектральними характеристиками з достовірністю $> 95\%$ ($P < 0,05$), окрім Max [B]. Зазначені параметри містять важливу інформацію і дозволяють з високою точністю розрізнити подані на вхід зображення й віднести їх до тої чи іншої категорії.

Спосіб апробовано на базі кафедри вірусології та Центральної науково дослідної лабораторії (ЦНДЛ) НМАПО імені П.Л. Шупика 520 зразках клітинних моношарів перещеплювальних культур клітин аденокарциноми гортані людини (HEP-2) та перещеплювальних тестикул поросят, інтактних та інфікованих HBoV1.

Як видно з отриманих результатів, за допомогою заявленого способу досягається можливість комп'ютерного аналізу нативних (не забарвлених) зображень проліферуючих субстратзалежних клітинних систем при моделюванні розвитку біологічних (фізіологічних і патологічних) процесів in vitro. Програма визначає ряд параметрів, на основі яких обчислюють питому вагу достовірності одержаних даних за відповідними показниками, що відрізняються від граничного значення 0,05 для різних культур і їх станів, на базі них комп'ютерна програма приймає рішення про відмінність декількох баз даних з вибірками, або відповідність вхідного зображення до однієї з існуючих у програмі бази.

Таким чином запропонований спосіб обробки мікроскопічних зображень субстратзалежних клітинних систем і комп'ютерна програма для його реалізації можуть бути застосовані: при оптимізації методів лабораторної діагностики вірусних інфекцій в класичних вірусологічних дослідженнях; підвищенні ефективності контролю якості клітинних культур в банках та колекціях, при вивченні патогенезу актуальних вірусних інфекцій на рівні клітин; в експертних і наукових дослідженнях протівірусної дії хіміопрепаратів і віруліцидної дії дезінфікуючих і м'яких засобів.

Позитивний результат апробації заявленого способу дозволяє рекомендувати його для впровадження у практичну охорону здоров'я.

Пункт 1.

Програма попереднього конфігурування цифрового мікроскопічного зображення субстратзалежних клітинних систем in vitro

```
gray_coef default:gray 0.333333333333 0.333333333333 0.333333333333
otsu gray:thresh
```

```

erode thresh:fg iterations=2
dilate thresh:bg iterations=3
binary_inv bg 1 128
add bg:marker fg
5 set_less marker 64 255
binary_inv marker 192 255
close marker size=14
dilate marker:sure_bg iterations=3
erode marker:sure_fg iterations=8
10 uint8 sure_fg
make_zeros sure_fg:marker2
redraw_outer sure_fg:marker2 2
gray2rgb marker: img2
set_equals marker2 0 1 selector=sure_bg
15 watershed marker2 img2
make_zeros marker2:result
uint8 result
set_less result 0 0 selector=marker2
set_greater result 1 255 selector=marker2
20 set_equals result 1 0 selector=marker2
erode result
test.filter_bordered result 2
test.filter_area result 50
debug.place_contours default:processed1 result
25 debug.place_contours default:processed3 result size=3
debug.place_contours default:processed10 result size=10
copy default:original

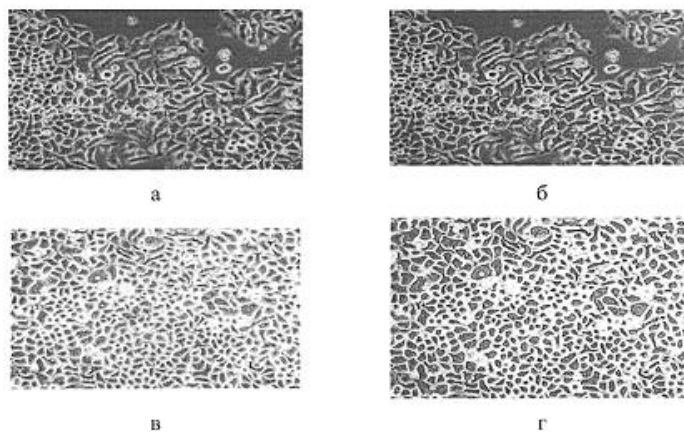
```

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

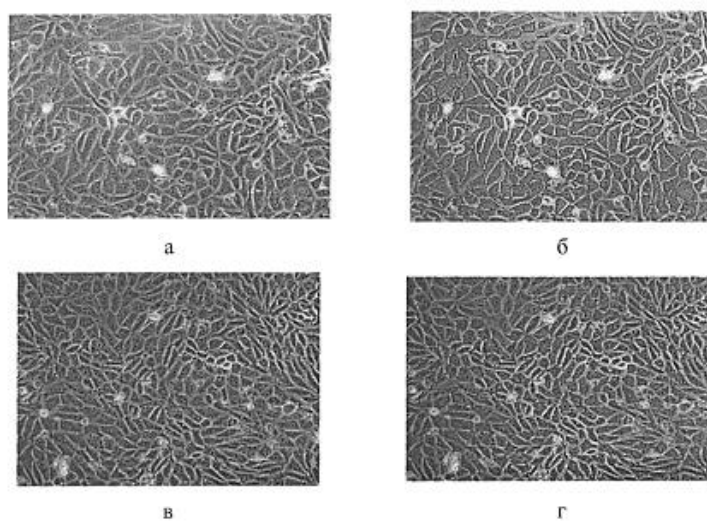
30 Спосіб комп'ютерної обробки та аналізу мікроскопічних зображень субстратзалежних клітинних систем *in vitro*, що включає створення бази цифрових зображень клітин, одержаних за однакових умов зйомки для всіх випадків, обробку кожного зображення методом бінаризації за Оцу, інвертування зображення, виокремлення цифрових даних щодо контурів клітин,

35 позбавлення шуму методами ерозії, дилатації, морфологічного відкриття та закриття та формування на їх основі єдиної бази для аналізу статистичними методами, на основі яких комп'ютерна програма приймає рішення про відмінність декількох баз даних з виборками або приналежність вхідного зображення до однієї з існуючих у програмі бази, який **відрізняється**

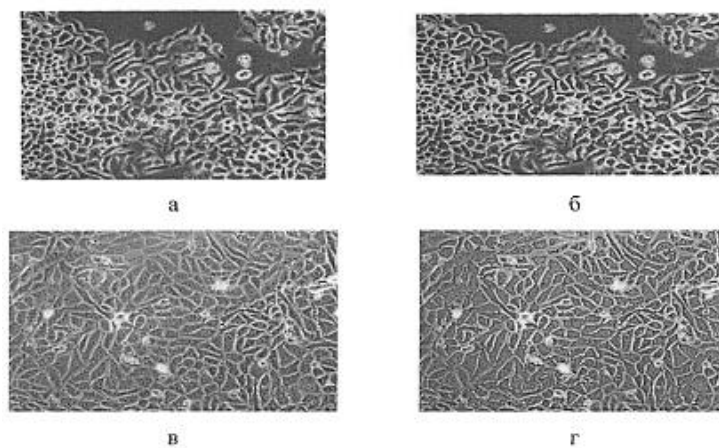
40 тим, що під час зйомки нативного препарату встановлюють високу яскравість підсвітлення, конфігурування зображення проводять з допомогою підпрограми конвертування, після чого отримані дані за інструкцією завантажують у програму, яка визначає ряд параметрів, на основі яких обчислюють питому вагу достовірності одержаних даних за відповідними показниками, що відрізняються від граничного значення 0,05 для різних культур і їх станів.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

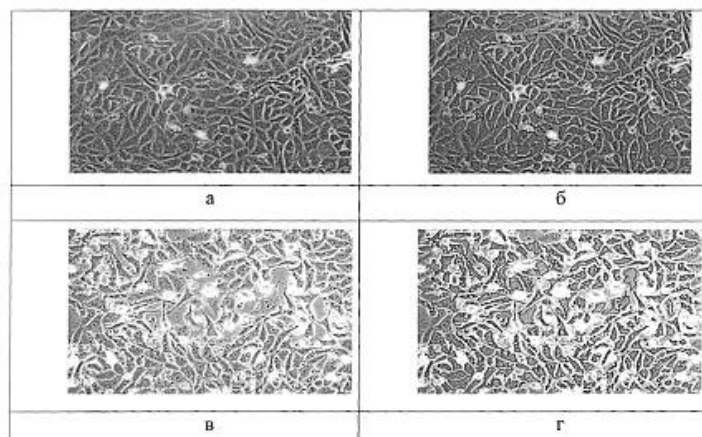


Fig. 4

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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