

Олис

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОЇ ОПТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ МАТЕРІАЛІВ БІОМЕДИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Винахід відноситься до біомедичної діагностики, а саме до неінвазивної діагностики за допомогою показників дифузного відбивання та поглинання живої та неживої тканин (шкіри), і різниці цих параметрів паталогічних і здорових ділянок тканин.

Відомий пристрій для визначення відбиваючої здатності матеріалів [А.с. СССР N1286965, МКИ GO1N 21/55, 12.03.85.-Бюлл. изобр. N4,1987]. До складу даного пристрою входять джерело та приймач випромінювання з реєструючою апаратурою, оптично з ними з'єднані торцями світловолоконні хвилеводи (освітлювальний та вимірювальний), два інші торці яких суміщені так між собою, що волокна освітлювального жгута розташовані коаксіально по відношенню до волокон вимірювального світловода. При цьому торець освітлювального жгута виконаний у вигляді конусної порожнини з твірною під кутом Брюстера по відношенню до напрямку пакування волокон цього жгута, а поверхня торця вимірювального світловода зроблена у вигляді вгнутої поверхні з радіусом кривизни, що спричиняє на торці кожного волокна світловода кут Брюстера для відбитого від поверхні випромінювання.

Недоліком аналогу є складність конструкції контактуючого із поверхнею зразка вузла, значні втрати інформаційного сигналу внаслідок ефектів багатократного розсіяння від ділянки досліджуваної поверхні, обмежені сервісні функції, пов'язані з відсутністю автоматичного режиму вимірювання і подачі інформації у зручній формі (графіки, таблиці, аналітичні залежності тощо), з неможливістю автоматичного вимірювання спектрів

2 поглинання та відбивання в інтерактивному режимі, а також збереження результатів в архіві та їх автоматичний пошук.

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованого є пристрій для визначення відбиваючої здатності матеріалів біомедичного походження [Патент України на винахід N 20379A від 15.07.97]. До складу даного пристрою входять інформаційно-вимірювальна система на базі спектрофотометра з виносним первинним перетворювачем у вигляді інтегруючого зонда, системно пов'язаних через освітлювальний та вимірювальний волоконні світловоди, що оптично з'єднані одним із своїх торців відповідно до джерела і приймача випромінювання, а протилежні їх кінці оптично під'єднані до фотометричної головки, всередині якої розташована інтегруюча сферична порожнина з внутрішньою поверхнею, покритою дифузно-відбиваючою речовиною, причому вхідний отвір сферичної порожнини знаходиться на одній вісі з робочим отвором, а вихідний отвір розташований нормально до вісі зондуючого випромінювання.

Недоліком вказаного прототипу є втрати інформаційного сигналу у світловодах нелінійність їх передатних спектральних характеристик, що призводить до зменшення достовірності результату, відсутність внутрішньозондового екрана, що дозволяло засвітлювати торець вимірювального світловоду, а через нього і фотоприймач першим відбиванням від зразка. Сам прототип за рахунок наявності монохроматора дуже дорогий. Недоліком можна вважати те, що для проведення діагностики необхідно вимірювати оптичний спектр всього діапазону, що збільшує час її проведення.

В основу винаходу покладено завдання створити спрощений пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження в якому шляхом встановлення джерела і приймача випромінювання безпосередньо, відповідно, у вхідному і вихідному отворах фотометричної головки, а відповідно^! вилученням вимірювального

З світловода суттєво скорочується час діагностики, спрощується схема зв'язків, що дозволяє збільшити достовірність результатів вимірювання шляхом усунення похибок, пов'язаних із передачею сигналу оптоволоконними світловодами.

Для вирішення поставленого завдання розроблено пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження до складу якого входять джерело та приймач випромінювання з реєструючою апаратурою, що оптично і непорушно з'єднана з джерелом монохроматичного випромінювання, а електрично з контрольно - вимірювальною системою у складі мікроконтролера і персонального комп'ютера, відрізняється тим, що джерело монохроматичного випромінювання встановлене безпосередньо у вхідному отворі фотометричної головки, внутрішня порожнина якої покрита зразковим засобом дифузного відбивання, а приймач встановлений на стінці інтегровальної сферичної порожнини на вісі перпендикулярній до вісі зондуючого випромінювання, відділений оптично від світлової плями робочого отвору непрозорим білим екраном, причому робочий отвір сферичної порожнини знаходиться на одній осі з вхідним отвором.

У вимірювальному каналі пристрою освітлювальний і вимірювальний оптичні хвилеводи відсутні, а інформативний сигнал передається за допомогою електричного зв'язку, що дозволяє спростити схему зв'язків та значно підвищити достовірність результатів вимірювання шляхом усунення похибок, пов'язаних із передачею сигналу вимірювальним світловодом. Окрім того, суттєво здешевлюється сам прилад і скорочується час діагностування.

Використання у пристрою для неінвазивної оптичної діагностики у складі контрольно-вимірювальної системи на базі персонального комп'ютера з проблемно-орієнтованою експертною системою дає можливість автоматичного встановлення діагнозу,

4 визначення виду і стадії захворювання, що підвищує експресність та ефективність неінвазивної медичної діагностики.

На кресленні представлена структурна схема пристрою для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження.

Пристрій складається з: джерела оптичного випромінювання - 1, блока оптичних світлофільтрів - 2; фотометричної головки (ФГ) - 3; вхідного отвору - 4; мікрооб'єктива - 5; робочого отвору - 6; сферичної порожнини - 7; оптично прозорої кришки - 8; оптично непрозорого екрану - 9; еталону відбивання - 10; молочного матового скла - 11; вихідного отвору - 12; фотоприймача (ФП) - 13; інтерфейсного електричного зв'язку - 14 з блоком обробки та зберігання інформації (БОЗІ) - 15; мікроконтролера -16, що встановлений на ISA шині персонального комп'ютера - 17; спеціалізованого програмного забезпечення на базі інтегрованої програмної оболонки (ІПО) -18 і проблемної медичної експертної системи (ЕС) - 19.

Первинну обробку інформації проводить мікроконтролер (МК) - 16, що має системний зв'язок через ISA шину з персональним комп'ютером (ПК) - 17 і інтегрованою програмною оболонкою (ЩО) - 18, в складі якої є проблемноорієнтована експертна система- 19. Сферична порожнина 7 діаметром 3-12 см з вхідним 4, вихідним 12 і робочим 6 оптичними отворами, покрита зсередини шаром максимально дифузно-відбиваючої речовини з Ламбертівською індикатрисою розсіяння у видимій та ближній інфрачервоній області довжин хвиль, наприклад, оксидом магнію. Товщина шару покриття близько 1 мм. Розміри сфери і її отворів визначаються діагностичними задачами. У вхідному отворі сфери встановлений мікрооб'єктив або збірна кварцова лінза 5 відповідного отвору діаметра і формує на робочому отворі 6 відповідну останньому світлову пляму. У вихідному отворі 12 безпосередньо у контакті з фотоприймачем (ФП) 13 для покращення

5 "косинусних" характеристик сфери

встановлено молочне (матове) скло 11 діаметром

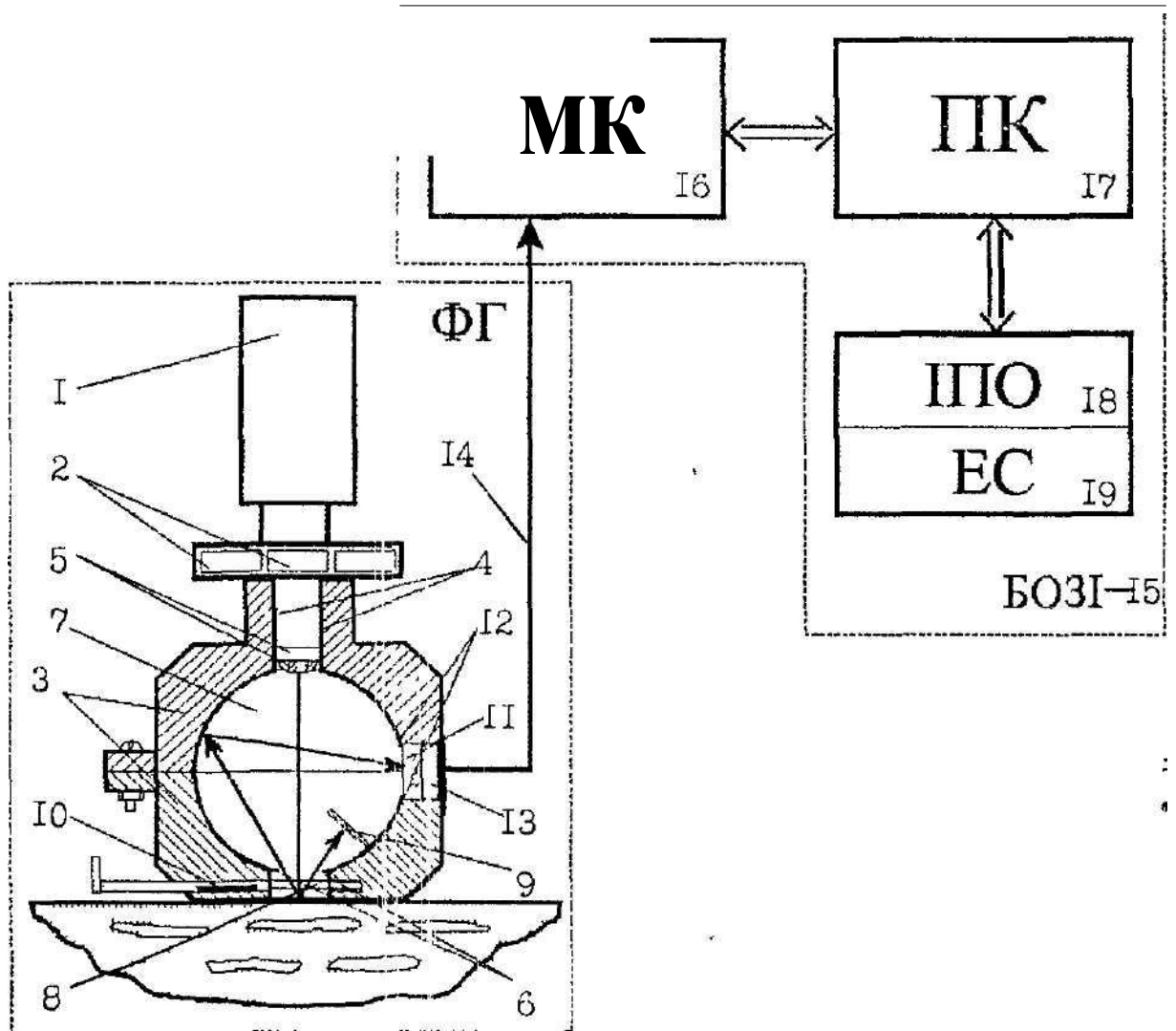
відповідно торцю фотоприймача, в середині сферичної порожнини 7 встановлено непрозорий екран - 9. Діаметр робочого отвору 6 визначається специфікою досліджуваної ділянки зразка або видом патології. Контактна поверхня фотометричної головки з робочим отвором 6 закрита кришкою 8 товщиною до 1 мм максимально прозорого матеріалу, наприклад: поліметилметакрилату. У необхідних випадках така кришка знімається. Фотометрична головка конструктивно складається з двох частин, як показано на креслені і виготовляється із алюмінію чи його сплавів або аналогічної інертної речовини. Розміри сферичної порожнини (сфери) розраховуються за відомими у фотометрії законами, в основу яких покладений принцип Сумпнера та співвідношення діючої і повної площ її поверхонь [Петрук В.Г., Томчук М.А., Гаркушевський В.С. Аналіз трансформації світлового поля у інтегровальному резонаторі//Вісник ВІП.-1997.-N1.-С.88-93; Бухштаб М.А. Измерения малых оптических потерь.-Л.:Энергоатомиздат, 1988.-С.51-56.].

Запропонований пристрій працює у такій послідовності. Світловий пучок з джерела I проходячи через оптичний світлофільтр 2 монохроматизується і формується мікрооб'єктивом 5 і фокусується ним на робочий отвір 6 сферичної порожнини 7 фотометричної головки 3, з оргскляною чи кварцовою насадкою 8, яка щільно притискається до досліджуваної ділянки біотканини (зразка) чи еталону відбивання 10. Частина цього пучка дифузно відбивається зразком, інтегрується, створюючи у сферичній порожнині певну просторову опроміненість (яскравість), яка поступає через молочне скло II і вихідний отвір 12 на фотоприймач ФП 13, наприклад ФДУК-2 чи ФДУІС-20, зумовлюючи виникнення у ньому відповідного фотоструму. Для запобігання прямого попадання світла на ФП з світлової плями зразка у сфері встановлено світлонепроникний екран - 9. Далі інформаційний сигнал поступає на блок обробки та зберігання інформації

(БОЗІ) - 15, а саме на мікроконтролер (МК) - 16, де після підсилення та АЦП обробляється і передається у ПК - 17 для подальшої обробки і відображення у вигляді графічних залежностей коефіцієнта дифузного відбивання від довжини хвилі програмами верхнього рівня. В ПК обробка ведеться під управлінням інтегрованої програмної оболонки ІПО - 18, а встановлення виду патології, діагнозу за допомогою проблемної експертної системи ЕС - 19. Змінюючи довжину хвилі падаючого випромінювання за допомогою набору світлофільтрів - 2, отримуємо спектр дифузного відбивання експериментального зразка чи набір значень в певних довжинах хвиль. Порівнюючи їх із даними відповідної здорової ділянки тіла, за допомогою комп'ютера визначають вид, ступінь та специфіку досліджуваного відхилення від норми.

Змінюючи розміри фотометричної головки відповідно до конкретних задач, пристрій можна застосовувати для діагностики різних травм та поверхневих захворювань живих тканин. Такий метод неінвазивної (неруйнуючої і нетравмуючої) діагностики за допомогою запропонованого пристрою дозволяє об'єктивно вирішувати не тільки складні криміналістичні та судмедекспертні задачі, а і визначати наявність багатьох захворювань, наприклад: варікацелі, диференційна діагностика доброякісних та злоякісних пухлин, опіки шкіри, визначати ступінь "Краш- синдрому" при надзвичайних ситуаціях, а також проводити наукові дослідження в цих та інших галузях.

Пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження.



Автори:

Петрук В.Г.
Томчук М. А.
Біленький О.А.
Біляга Р.В.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОЇ ОПТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ МАТЕРІАЛІВ
БІОМЕДИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Винахід відноситься до біомедичної діагностики, а саме до неінвазивної діагностики за допомогою показників дифузного відбивання та поглинання живої та неживої тканин (шкіри), і різниці цих параметрів паталогічних і здорових ділянок тканин.

Відомий пристрій для визначення відбиваючої здатності матеріалів [А.с. СССР N1286965, МКИ G01N 21/55, 12.03.85.-Бюлл. изобр. N4,1987]. До складу даного пристрою входять джерело та приймач випромінювання з реєструючою апаратурою, оптично з ними з'єднані торцями світловолоконні хвилеводи (освітлювальний та вимірювальний), два інші торці яких суміщені так між собою, що волокна освітлювального жгута розташовані коаксіально по відношенню до волокон вимірювального світловода. При цьому торець освітлювального жгута виконаний у вигляді конусної порожнини з твірною під кутом Брюстера по відношенню до напрямку пакування волокон цього жгута, а поверхня торця вимірювального світловода зроблена у вигляді вгнутої поверхні з радіусом кривизни, що спричиняє на торці кожного волокна світловода кут Брюстера для відбитого від поверхні випромінювання.

Недоліком аналогу є складність конструкції контактуючого із поверхнею зразка вузла, значні втрати інформаційного сигналу внаслідок ефектів багатократного розсіяння від ділянки досліджуваної поверхні, обмежені сервісні функції, пов'язані з відсутністю автоматичного режиму вимірювання і подачі інформації у зручній формі (графіки, таблиці, аналітичні залежності тощо), з неможливістю автоматичного вимірювання спектрів

2 поглинання та відбивання в інтерактивному режимі, а також збереження результатів в архіві та їх автоматичний *пошук*.

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованого є пристрій для визначення відбиваючої здатності матеріалів біомедичного походження [Патент України на винахід N 20379A від 15.07.97]. До складу даного пристрою входять інформаційно-вимірювальна система на базі спектрофотометра з виносним первинним перетворювачем у вигляді інтегруючого зонда, системно пов'язаних через освітлювальний та вимірювальний волоконні світловоди, що оптично з'єднані одним із своїх торців відповідно до джерела і приймача випромінювання, а протилежні їх кінці оптично під'єднані до фотометричної головки, всередині якої розташована інтегруюча сферична порожнина з внутрішньою поверхнею, покритою дифузно-відбиваючою речовиною, причому вхідний отвір сферичної порожнини знаходиться на одній вісі з робочим отвором, а вихідний отвір розташований нормально до вісі зондуючого випромінювання.

Недоліком вказаного прототипу є втрати інформаційного сигналу у світловодах нелінійність їх передатних спектральних характеристик, що призводить до зменшення достовірності результату, відсутність внутрішньозондового екрана, що дозволяло засвітлювати торець вимірювального світловоду, а через нього і фотоприймач першим відбиванням від зразка. Сам прототип за рахунок наявності монохроматора дуже дорогий. Недоліком можна вважати те, що для проведення діагностики необхідно вимірювати оптичний спектр всього діапазону, що збільшує час її проведення.

В основу винаходу покладено завдання створити спрощений пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження в якому шляхом встановлення джерела і приймача випромінювання безпосередньо, відповідно, у вхідному і вихідному отворах фотометричної головки, а відповідно, вилученням вимірювального

З світловода суттєво скорочується час

діагностики, спрощується схема зв'язків, що дозволяє

збільшити достовірність результатів вимірювання шляхом усунення похибок, пов'язаних із передачею сигналу оптоволоконними світловодами.

Для вирішення поставленого завдання розроблено пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження до складу якого входять джерело та приймач випромінювання з реєструючою апаратурою, що оптично і непорушно з'єднана з джерелом монохроматичного випромінювання, а електрично з контрольно - вимірювальною системою у складі мікроконтролера і персонального комп'ютера, відрізняється тим, що джерело монохроматичного випромінювання встановлене безпосередньо у вхідному отворі фотометричної головки, внутрішня порожнина якої покрита зразковим засобом дифузного відбивання, а приймач встановлений на стінці інтегровальної сферичної порожнини на вісі перпендикулярній до вісі зондуючого випромінювання, відділений оптично від світлової плями робочого отвору непрозорим білим екраном, причому робочий отвір сферичної порожнини знаходиться на одній осі з вхідним отвором.

У вимірювальному каналі пристрою освітлювальний і вимірювальний оптичні хвилеводи відсутні, а інформативний сигнал передається за допомогою електричного зв'язку, що дозволяє спростити схему зв'язків та значно підвищити достовірність результатів вимірювання шляхом усунення похибок, пов'язаних із передачею сигналу вимірювальним світловодом. Окрім того, суттєво здешевлюється сам прилад і скорочується час діагностування.

Використання у пристрою для неінвазивної оптичної діагностики у складі контрольно-вимірювальної системи на базі персонального комп'ютера з проблемно-орієнтованою експертною системою дає можливість автоматичного встановлення діагнозу,

визначення виду і стадії захворювання, що підвищує експресність та ефективність неінвазивної медичної діагностики.

На кресленні представлена структурна схема пристрою для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження.

Пристрій складається з: джерела оптичного випромінювання - 1, блока оптичних світлофільтрів - 2; фотометричної головки (ФГ) - 3; вхідного отвору - 4; мікрооб'єктива - 5; робочого отвору - 6; сферичної порожнини - 7; оптично прозорої кришки - 8, оптично непрозорого екрану - 9; еталону відбивання - 10; молочного матового скла - 11; вихідного отвору - 12; фотоприймача (ФП) - 13; інтерфейсного електричного зв'язку - 14 з блоком обробки та зберігання інформації (БОЗІ) - 15; мікроконтролера - 16, що встановлений на ISA шині персонального комп'ютера - 17; спеціалізованого програмного забезпечення на базі інтегрованої програмної оболонки (ІПО) - 18 і проблемної медичної експертної системи (ЕС) - 19.

Первинну обробку інформації проводить мікроконтролер (МК) - 16, що має системний зв'язок через ISA шину з персональним комп'ютером (ПК) - 17 і інтегрованою програмною оболонкою (ЩО) - 18, в складі якої є проблемноорієнтована експертна система - 19. Сферична порожнина 7 діаметром 3-12 см з вхідним 4, вихідним 12 і робочим 6 оптичними отворами, покрита зсередини шаром максимально дифузно-відбиваючої речовини з Ламберті вською індикатрисою розсіяння у видимій та ближній інфрачервоній області довжин хвиль, наприклад, оксидом магнію. Товщина шару покриття близько 1 мм. Розміри сфери і її отворів визначаються діагностичними задачами. У вхідному отворі сфери встановлений мікрооб'єктив або збірна кварцова лінза 5 відповідного отвору діаметра і формує на робочому отворі 6 відповідну останньому світлову пляму. У вихідному отворі 12 безпосередньо у контакті з фотоприймачем (ФП) 13 для покращення

5 "косинусних" характеристик сфери

встановлено молочне (матове) скло 11 діаметром

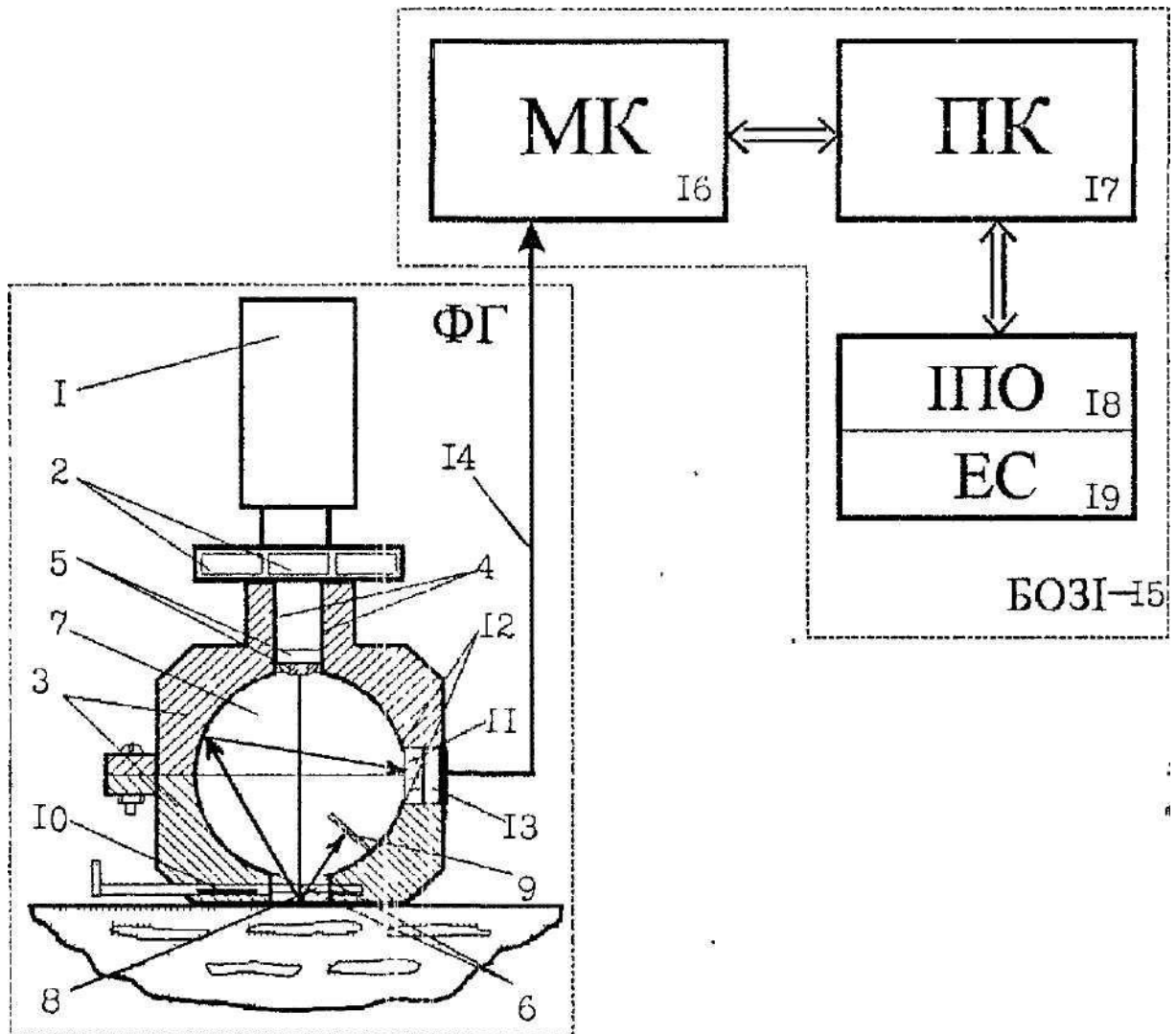
відповідно торцю фотоприймача, в середині сферичної порожнини 7 встановлено непрозорий екран - 9. Діаметр робочого отвору 6 визначається специфікою досліджуваної ділянки зразка або видом патології. Контактна поверхня фотометричної головки з робочим отвором 6 закрита кришкою 8 товщиною до 1 мм максимально прозорого матеріалу, наприклад: поліметилметакрилату. У необхідних випадках така кришка знімається. Фотометрична головка конструктивно складається з двох частин, як показано на креслені і виготовляється із алюмінію чи його сплавів або аналогічної інертної речовини. Розміри сферичної порожнини (сфери) розраховуються за відомими у фотометрії законами, в основу яких покладений принцип Сумпнера та співвідношення діючої і повної площі її поверхонь [Петрук В.Г., Томчук М.А., Гаркушевський В.С. Аналіз трансформації світлового поля у інтегровальному резонаторі/УВісник Впн.-1997.-№1.-С.88-93; Бухштаб М.А. Измерения малых оптических потерь.-Л.:Энергоатомиздат, 1988.-С.51-56.].

Запропонований пристрій працює у такій послідовності. Світловий пучок з джерела I проходячи через оптичний світлофільтр 2 монохроматизується і формується мікрооб'єктивом 5 і фокусується ним на робочий отвір 6 сферичної порожнини 7, фотометричної головки 3, з оргскляною чи кварцовою насадкою 8, яка щільно притискається до досліджуваної ділянки біотканини (зразка) чи еталону відбивання 10. Частина цього пучка дифузно відбивається зразком, інтегрується, створюючи у сферичній порожнині певну просторову опроміненість (яскравість), яка поступає через молочне скло II і вихідний отвір 12 на фотоприймач ФП 13, наприклад ФДУК-2 чи ФДУК-20, зумовлюючи виникнення у ньому відповідного фотоструму. Для запобігання прямого попадання світла на ФП з світлової плями зразка у сфері встановлено світлонепроникний екран - 9. Далі інформаційний сигнал поступає на блок обробки та зберігання інформації

(БОЗІ) - 15, а саме на мікроконтролер (МК) - 16, де після підсилення та АЦП обробляється і передається у ПК - 17 для подальшої обробки і відображення у вигляді графічних залежностей коефіцієнта дифузного відбивання від довжини хвилі програмами верхнього рівня. В ГЖ обробка ведеться під управлінням інтегрованої програмної оболонки ІПО - 18, а встановлення виду патології, діагнозу за допомогою проблемної експертної системи ЕС - 19. Змінюючи довжину хвилі падаючого випромінювання за допомогою набору світлофільтрів - 2, отримуємо спектр дифузного відбивання експериментального зразка чи набір значень в певних довжинах хвиль. Порівнюючи їх із даними відповідної здорової ділянки тіла, за допомогою комп'ютера визначають вид, ступінь та специфіку досліджуваного відхилення від норми.

Змінюючи розміри фотометричної головки відповідно до конкретних задач, пристрій можна застосовувати для діагностики різних травм та поверхневих захворювань живих тканин. Такий метод неінвазивної (неруйнуючої і нетравмуючої) діагностики за допомогою запропонованого пристрою дозволяє об'єктивно вирішувати не тільки складні криміналістичні та судмедекспертні задачі, а і визначати наявність багатьох захворювань, наприклад: варікацелі, диференційна діагностика доброякісних та злоякісних пухлин, опіки шкіри, визначати ступінь "Краш- синдрому" при надзвичайних ситуаціях, а також проводити наукові дослідження в цих та інших галузях.

Пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження.



Петрук В.Г.
Томчук М. А.

Автори:

Біленький О.А.
Біляга Р.В.