



MD 1186 Z 2018.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1186** (13) **Z**
(51) Int.Cl: *G01B 9/02* (2006.01)
G01J 1/58 (2006.01)
G01J 3/45 (2006.01)
G01J 3/51 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE
DE SCURTĂ DURATĂ**

(21) Nr. depozit: s 2016 0010 (22) Data depozit: 2016.01.29 (41) Data publicării cererii: 2017.07.31	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2017.08.31, BOPI nr. 8/2017
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: CHIRIȚA Arcadi, MD; BULIMAGA Tatiana, MD; PRILEPOV Vladimir, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD	

(54) **Metodă de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform
spectrului lor de fotoluminescență la distanță**

(57) **Rezumat:**

1

Invenția se referă la interferometrie și poate fi utilizată în sistemele de monitorizare a mediului ambiant pentru depistarea poluării cu produse petroliere a suprafețelor acvatice.

Metoda, conform invenției, include iluminarea cu radiație optică ce provoacă fotoluminescență a obiectului studiat, care se află pe suprafața apei, de la o distanță îndepărtată cu înregistrarea concomitentă a unei serii de imagini a domeniului fotoluminescenței obiectului cu ajutorul unei camere digitale printr-un sistem de filtre

2

interferențiale cu bandă îngustă. La prelucrarea digitală a imaginilor semnalul de fotoluminescență, provocată de iluminarea cu radiația optică, este separat din fondul luminos integral reflectat de la obiect, iar pelicula de produse petroliere se identifică prin confruntarea spectrului de fotoluminescență obținut al obiectului studiat cu spectrul standard de fotoluminescență al produselor petroliere.

Revendicări: 1

Figuri: 7

MD 1186 Z 2018.03.31

(54) Method for identifying thin films of petroleum products according to their photoluminescence spectrum at a distance

(57) Abstract:

1

The invention relates to interferometry and can be used in environment-tracking systems for detection of petroleum product-contamination of water surfaces.

The method, according to the invention, comprises the illumination with optical radiation causing photoluminescence of the object under study, which is on the water surface, from a remote distance by simultaneously recording a series of images of the photoluminescence region of the object with a digital camera through a system of

2

narrow-band interference filters. Upon digital image processing, the photoluminescence signal caused by optical radiation is separated from the total luminous background reflected from the object, and the film of petroleum products is identified by comparing the obtained photoluminescence spectrum of the object under study with the standard photoluminescence spectrum of petroleum products.

Claims: 1

Fig.: 7

(54) Способ идентификации тонких пленок нефтепродуктов по их спектру фотолюминесценции на расстоянии

(57) Реферат:

1

Изобретение относится к интерферометрии и может быть использовано в системах слежения за окружающей средой для обнаружения загрязнений нефтепродуктами водных поверхностей.

Способ, согласно изобретению, включает освещение вызывающим фотолюминесценцию оптическим излучением исследуемого объекта, находящегося на поверхности воды, с удаленной дистанции, с одновременной регистрацией ряда изображений области фотолюминесценции объекта с помощью

2

цифровой камеры через систему узкополосных интерференционных фильтров. При цифровой обработке изображений сигнал фотолюминесценции, вызванной оптическим излучением, выделяют из общего светового фона, отраженного от объекта, а пленку нефтепродуктов идентифицируют путем сравнения полученного спектра фотолюминесценции исследуемого объекта со стандартным спектром фотолюминесценции нефтепродуктов.

П. формулы: 1

Фиг.: 7

Descriere:

5 Invenția se referă la interferometrie și poate fi utilizată în sistemele de monitorizare a mediului ambiant pentru depistarea poluării cu produse petroliere a suprafețelor acvatice.

Este cunoscută o metodă de identificare a produselor petroliere la distanțe îndepărtate, care este bazată pe obținerea spectrului lor de fotoluminescență cu ajutorul monocromatorului. În această metodă pata de produse petroliere este iluminată cu un fascicul laser cu lungimea de undă de 532 nm, în urma căreia se observă fenomenul de fotoluminescență. Pentru vizualizarea fotoluminescenței semnalul reflectat de la obiectul studiat este trecut printr-un polarizor liniar. Raza laser este polarizată liniar, iar pentru unghiul polarizorului liniar $\beta=90^\circ$, radiația laser este trecută printr-o placă de turmalină. Astfel, după trecerea semnalului reflectat prin polarizor se observă numai fotoluminescența produsului petrolier, iar radianța laser cu lungimea de undă de 532 nm este complet tăiată de către acesta. Apoi, semnalul fotoluminescenței este trecut printr-un monocromator, fiind măsurată distribuția spectrală a fotoluminescenței produsului petrolier testat. Conform spectrului de luminescență pot fi diferențiate produsele petroliere de alte obiecte de pe suprafețele acvatice [1].

Dezavantajul acestei metode constă în aceea că monocromatorul primește atât semnalul de fotoluminescență de pe suprafața peliculei de produs petrolier reflectat de la iluminarea cu fasciculul laser, cât și cel reflectat de la soare, care creează un semnal de fond suplimentar. Metoda propusă nu permite separarea semnalului de fond de semnalul de fotoluminescență laser. Totodată, în cazul contactului produsului petrolier cu alte substanțe sau obiecte, de exemplu, alge mărunte sau organisme marine, semnalul de fotoluminescență al petelor de produse petroliere poate fi distorsionat de o luminescență suplimentară a substanțelor organice. De asemenea, această metodă nu permite separarea semnalului de fotoluminescență a produselor petroliere din semnalul total, care ajunge la monocromator.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în majorarea preciziei de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere de la distanțe mari.

30 Metoda de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform spectrului lor de fotoluminescență la distanță, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include iluminarea cu radiație optică ce provoacă fotoluminescență a obiectului studiat, care se află pe suprafața apei, de la o distanță îndepărtată cu înregistrarea concomitentă a unei serii de imagini a domeniului fotoluminescenței obiectului cu ajutorul unei camere digitale printr-un sistem de filtre interferențiale cu bandă îngustă, totodată la prelucrarea digitală a imaginilor semnalul de fotoluminescență, provocată de iluminarea cu radiația optică, este separat din fondul luminos integral reflectat de la obiect, iar pelicula de produse petroliere se identifică prin confruntarea spectrului de fotoluminescență obținut al obiectului studiat cu spectrul standard de fotoluminescență al produselor petroliere.

40 Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea preciziei identificării produselor petroliere de la distanțe mari.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-7, care prezintă:

- fig. 1, schema sistemului de realizare a metodei de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform spectrului lor de fotoluminescență la distanță (a), imaginea domeniului fotoluminescenței înregistrate prin unul dintre filtrele interferențiale cu bandă îngustă (b) și imaginea semnalului de fond reflectat de suprafața acvatică, adiacent domeniului fotoluminescenței obiectului studiat (c);
- fig. 2, imaginea 1 ml de ulei de motor depus pe suprafața acvatică (a) și imaginea petei de ulei de motor, întinse timp de 25 min (b);
- fig. 3, o imagine a petei de ulei de motor iluminată cu fondul luminos integral și un set discret de imagini al petei și spectrului ei de fotoluminescență efectuate cu ajutorul sistemului de filtre interferențiale cu diferite lungimi de undă;
- fig. 4, dependența spectrală a transparenței optice a filtrelor interferențiale cu bandă îngustă;
- fig. 5, dependența spectrală a transmisiei unui filtru cu maximul transmisiei la lungimea de undă de 546 nm normală la 1;
- fig. 6, dependența strălucirii imaginilor înregistrate de intensitatea radiației incidente pentru setul de filtre utilizate;

- fig. 7, dependența spectrală a intensității fotoluminescenței peliculei de pe suprafața acvatică obținută cu ajutorul camerei digitale (linia întreruptă) și dependența obținută cu ajutorul monocromatorului (linia neîntreruptă).

- Metoda de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform spectrului lor de fotoluminescență la distanță (vezi fig. 1a) constă în aceea că obiectul studiat 1 odată cu iluminarea de fond 2, ce imită iluminarea solară, este iluminat cu lumină laser 3, care provoacă fotoluminescența peliculei de produse petroliere. Totodată, semnalele de lumină reflectate de obiectul studiat 1 și spectrului său de fotoluminescență 4 parcurg distanța L până la obiectivul sistemului telescopic 5, apoi sunt trecute prin sistemul de filtre interferențiale 6 cu bandă îngustă și înregistrate pe matricea camerei digitale 7. Imaginea domeniului fotoluminescenței înregistrate prin unul dintre filtrele interferențiale 6 cu bandă îngustă se transferă pe calculator, unde este determinată intensitatea fotoluminescenței în unități convenționale în sistemul RGB (fig. 1b). Intensitatea radiației de fond este determinată de semnalul reflectat de suprafața stratului adiacent domeniului fotoluminescenței obiectului studiat 1 (fig. 1c). Este posibilă selectarea oricărei porțiuni sau regiuni a radiației fotoluminescenței de fond, în locurile de pe suprafața acvatică în care semnalul nu este distorsionat de prezenta unor alte corpuri.

Exemplu

- Pe suprafața apei a fost depus 1 ml ulei de motor (fig. 2a). În decurs de 25 min pata de petrol s-a întins pe suprafața apei până la un diametru de aproximativ 12 cm (fig. 2b). Grosimea calculată a petei de ulei este de circa 120 μm . Pelicula subțire de ulei de motor este iluminată cu radiație laser 3 (fig. 1) cu lungimea de undă de 447 nm, care provoacă luminescența uleiului de motor (fig. 2b).

- La identificarea petelor de produse petroliere pe suprafețele deschise ale apelor în condiții reale iluminarea obiectului studiat 1 poate constitui de la 1000 lx la răsăritul soarelui până la 100000 lx la amiază la transparența maximă a atmosferei. Lumina integrală reflectată de la suprafața uleiului de motor poate influența precizia măsurărilor spectrelor de fotoluminescență.

- Pentru a imita cât mai real condițiile, pelicula subțire de ulei de motor a fost iluminată cu lumină de fond cu iluminarea de 75000 lx. În fig. 3 (cadruul întâi) este prezentată imaginea suprafeței peliculei de petrol cu grosimea de aproximativ 120 μm iluminată cu lumina de fond de 75000 lx și cu un fascicul laser cu $\lambda=447\text{ nm}$ ($P=60\text{ mW}$), înregistrată de o instalație optică de la distanța de 15 m. Ulterior, imaginea obiectului studiat 1 și spectrului de fotoluminescență sunt înregistrate de matricea camerei digitale 7 ca fișiere RAW la schimbarea succesivă a filtrelor interferențiale 6 cu bandă îngustă (fig. 6). Dependența spectrală a transparenței optice a filtrelor interferențiale 6 cu banda îngustă normală la 1 este prezentată în fig. 4. Fiecare filtru 6 este transparent într-un diapazon spectral îngust în apropierea următoarelor lungimi de undă: 458 nm, 470 nm, 482 nm, 498 nm, 516 nm, 529 nm, 546 nm, 562 nm, 578 nm, 600 nm, 614 nm, 634 nm, 648 nm, 660 nm, 674 nm, 690 nm. În calitate de exemplu în fig. 5 este prezentată dependența spectrală a transmisiei filtrului interferențial 6 cu banda îngustă cu maximum transmisiei la lungimea de undă de 546 nm normală la 1. Ca rezultat, a fost obținut un set discret de imagini a obiectului 1 și spectrului său de fotoluminescență. În calitate de exemplu în fig. 3 sunt prezentate imaginile spectrelor de fotoluminescență a peliculei subțiri de ulei de motor obținute de la distanța de 15 m. Procesarea computerizată a fișierelor RAW permite de a determina strălucirea imaginii în unități arbitrare (de la 0 până la 255) separat pentru fiecare din canalele sistemului RGB. Pentru imaginile obținute cu ajutorul filtrelor 458...498 nm strălucirea este determinată după indicațiile Blue channel, filtrelor 516...562 nm - după indicațiile Green channel și filtrelor 578...690 nm - după indicațiile Red channel. Pentru a construi dependența spectrală a fotoluminescenței peliculei de petrol este necesară efectuarea gradării sistemului telescopic 5 - filtrelor interferențiale 6 - matricei camerei digitale 7. Necesitatea gradării este stipulată de caracteristica spectrală neliniară a sensibilității spectrale a camerelor digitale 7. În calitate de exemplu în fig. 6 este prezentată dependența strălucirii imaginii înregistrate (în unități arbitrare ale sistemului RGB de la 0 până la 255) de intensitatea radiației incidente pentru unele din filtrele interferențiale 6 utilizate. Apoi, se măsoară strălucirea domeniului de fotoluminescență și a semnalului de fond în unități arbitrare ale sistemului RGB pentru fiecare din imaginile din fig. 3. Strălucirea semnalului de fotoluminescență este măsurat în centrul domeniului iluminat de radiația laser. Strălucirea semnalului de fond este măsurată în afara domeniului de fotoluminescență. Valorile obținute ale strălucirilor imaginilor sunt transferate cu ajutorul curbilor de gradare (fig. 6) în intensitatea semnalelor de fotoluminescență. Diferența dintre semnalul de fond și semnalul de la domeniul iluminat cu radiație laser permite de a determina intensitatea semnalului

5 fotoluminescenței. Conform rezultatelor obținute este construită dependența spectrală a intensității fotoluminescenței peliculei de ulei de motor de pe suprafața apei (fig. 7, linia întreruptă), obținută de la distanța de 15 m. În fig. 7 este, de asemenea, prezentat spectrul fotoluminescenței uleiului de motor, obținut în condiții staționare cu ajutorul monocromatorului (linia neîntreruptă). Diferența între caracteristicile spectrale sunt stipulate de câțiva factori: de setul discret de filtre interferențiale și de precizia mai joasă a matricei camerei digitale în comparație cu fotomultiplicatorul monocromatorului. Însă curba caracteristică a fotoluminescenței uleiului de motor, obținută de la distanța de 15 m, este comparabilă destul de bine cu cea în condiții staționare, ceea ce permite identificarea peliculelor subțiri de ulei de motor pe suprafața apei de la distanțe mari.

10

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. Chirita A., Kukhtarev N., Kukhtareva T., Gallegos S. Remote sensing and characterization of oil on water using coherent fringe projection and holographic in-line interferometry. Optical Engineering, 2013, 52(3), p. 035601-035605

(57) Revendicări:

Metodă de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform spectrului lor de fotoluminescență la distanță, care include iluminarea cu radiație optică ce provoacă fotoluminescență a obiectului studiat, care se află pe suprafața apei, de la o distanță îndepărtată cu înregistrarea concomitentă a unei serii de imagini a domeniului fotoluminescenței obiectului cu ajutorul unei camere digitale printr-un sistem de filtre interferențiale cu bandă îngustă, totodată la prelucrarea digitală a imaginilor semnalul de fotoluminescență, provocată de iluminarea cu radiația optică, este separat din fondul luminos integral reflectat de la obiect, iar pelicula de produse petroliere se identifică prin confruntarea spectrului de fotoluminescență obținut al obiectului studiat cu spectrul standard de fotoluminescență al produselor petroliere.

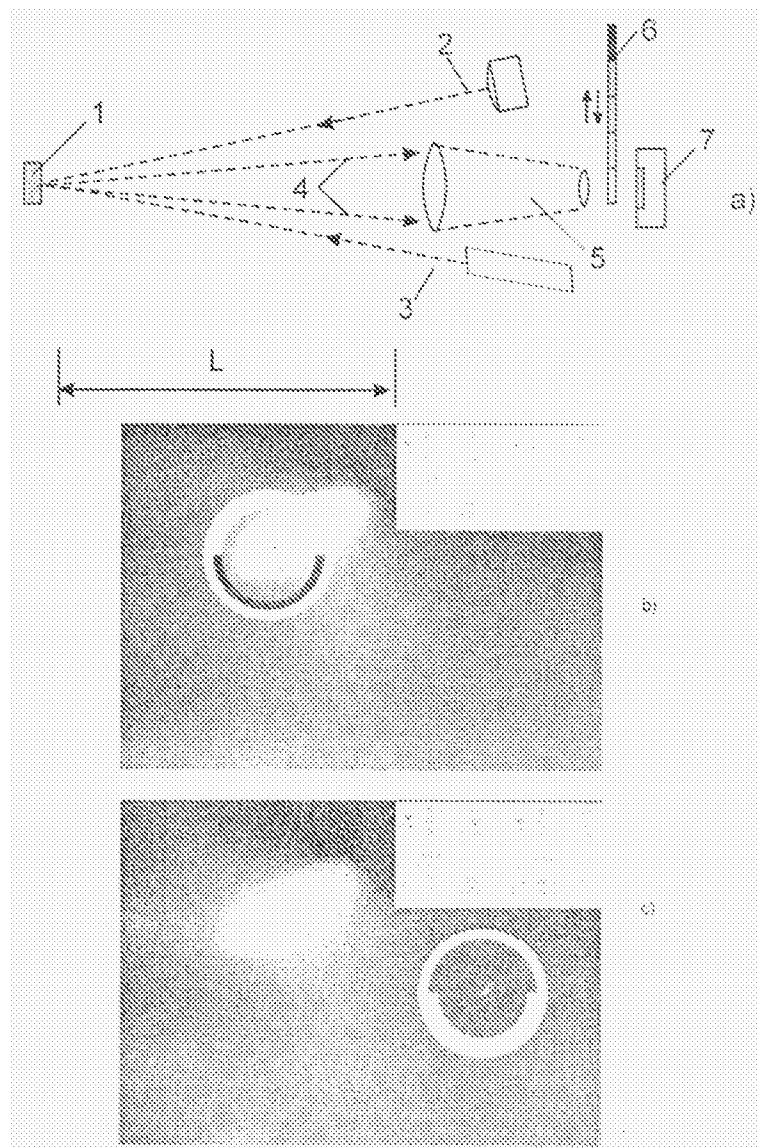


Fig. 1

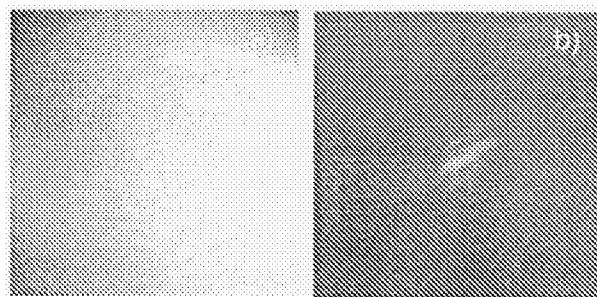


Fig. 2

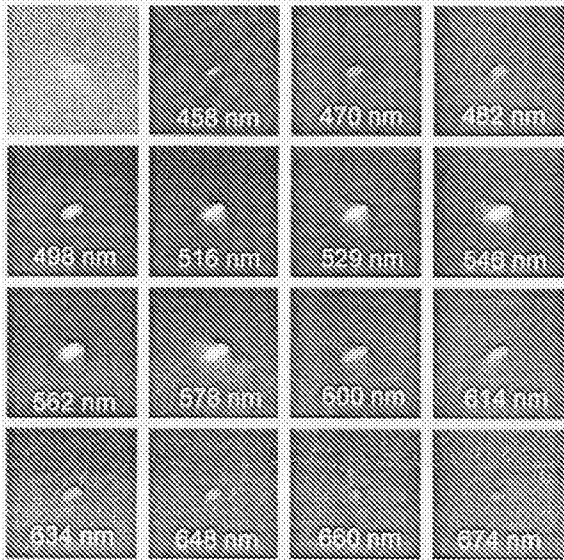


Fig. 3

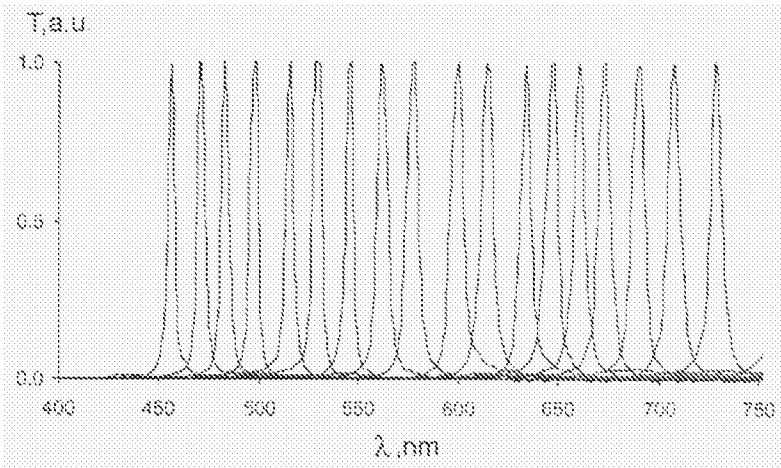


Fig. 4

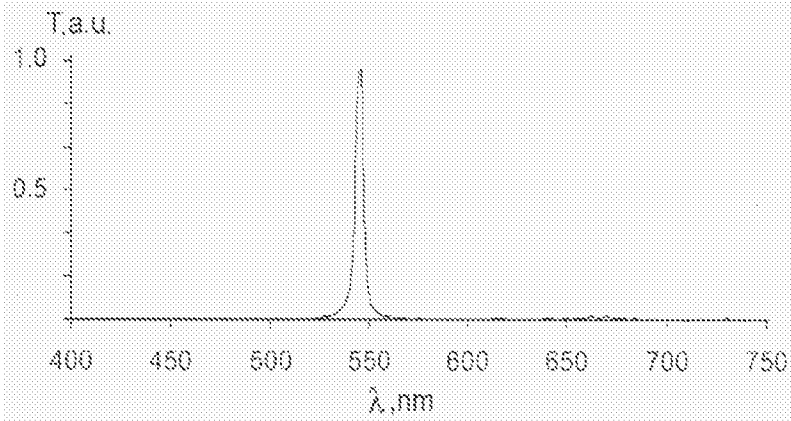


Fig. 5

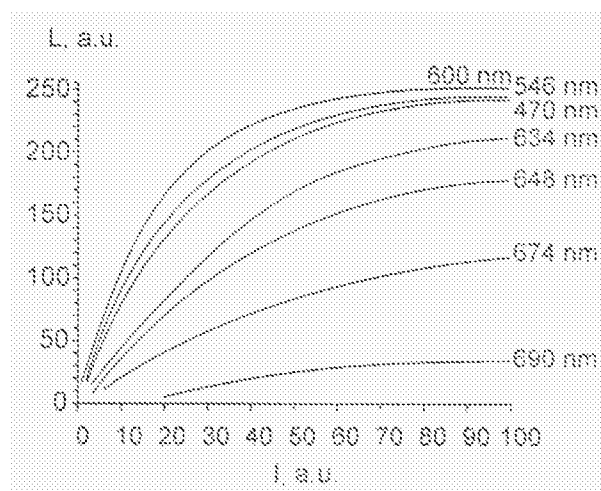


Fig. 6

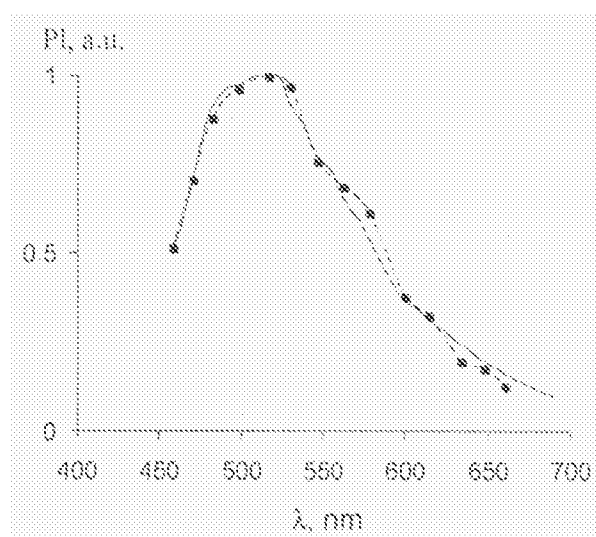


Fig. 7

RAPORT DE DOCUMENTARE

I. Datele de identificare a cererii

(21) Nr. depozit: s 2016 0010

(22) Data depozit: 2016.01.29

(71) Solicitant: **UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD**

(54) **Titlul: Metodă de identificare a peliculelor subțiri de produse petroliere conform spectrului lor de fotoluminescență la distanță**

II. Clasificarea obiectului invenției:

(51) **Int.Cl:** *G01B 9/02* (2006.01) *G01J 3/51* (2006.01)
G01J 1/58 (2006.01) *G01N 21/64* (2006.01)
G01J 3/45 (2006.01)

III. Colecții și Baze de date de brevete cercetate (denumirea, termeni caracteristici, ecuații de căutare reprezentative)

MD - Intern « Documentare Invenții » (inclusiv cereri nepublicate; trunchiere automată stanga/dreapta): G01B 9/02; G01J 1/58; G01J 3/45; G01J 3/51; G01N 21/64; identificare; produse petroliere; cameră digitală; filtre interferențiale

EA, CIS (Eapatis), SU: G01B 9/02; G01J 1/58; G01J 3/45; G01J 3/51; G01N 21/64;
 идентификация; нефтепродукты; цифровая камера; интерференционные фильтры

IV. Baze de date și colecții de literatură nonbrevet cercetate

Google.com

V. Documente considerate a fi relevante

Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si, unde este cazul, indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
A, D, C	Chirita A., Kukhtarev N., Kukhtareva T., Gallegos S. Remote sensing and characterization of oil on water using coherent fringe projection and holographic in-line interferometry. Optical Engineering, 2013, 52(3), p. 035601-035605	1
A	MD 4220 B1 2013.04.30	1
A	MD 278 Y 2010.09.30	1
A	MD 4295 B1 2014.07.31	1
A	SU 1122943 A 1984.11.07	1

*** categoriile speciale ale documentelor citate:**

A – document care definește stadiul anterior general	T – document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria pe care se bazează invenția
X – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat în considerație de unul singur	E – document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta dată

Y – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe documente de aceeași categorie	D – document menționat în descrierea cererii de brevet
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expoziție sau la orice alte mijloace de divulgare	C – document considerat ca cea mai apropiată soluție
	& – document, care face parte din aceeași familie de brevete
P - document publicat înainte de data de depozit, dar după data priorității invocate	L – document citat cu alte scopuri
Data finalizării documentării	
2017.06.16	
Examinator	
SĂU Tatiana	