



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **117677** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**H01L 35/00**  
**A61B 3/10** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 11627</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Анатичук Лук'ян Іванович (UA),</b> <b>Пасєчнікова Наталя Володимирівна (UA),</b> <b>Кобилянський Роман Романович (UA),</b> <b>Науменко Володимир Олександрович (UA),</b> <b>Задорожний Олег Сергійович (UA),</b> <b>Гаврилюк Микола Васильович (UA),</b> <b>Назаретян Рудольф Едуардович (UA),</b> <b>Мирненко Валерія Вікторівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>30.01.2017</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.07.2017</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2017, Бюл.№ 13</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ТЕРМОЕЛЕКТРИКИ</b> <b>НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ</b> <b>ТА МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ</b> <b>УКРАЇНИ,</b> вул. Науки, 1, м. Чернівці, Чернівецька обл., 58000 (UA)

**(54) ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТА РЕЄСТРАЦІЇ ВНУТРІШНЬООЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ**

**(57) Реферат:**

Термоелектричний прилад для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури складається з електронного блока та термопарного вимірювального мікрозонда, який виготовлений із матеріалу політетрафторетилену з низькою теплопровідністю.

UA 117677 U

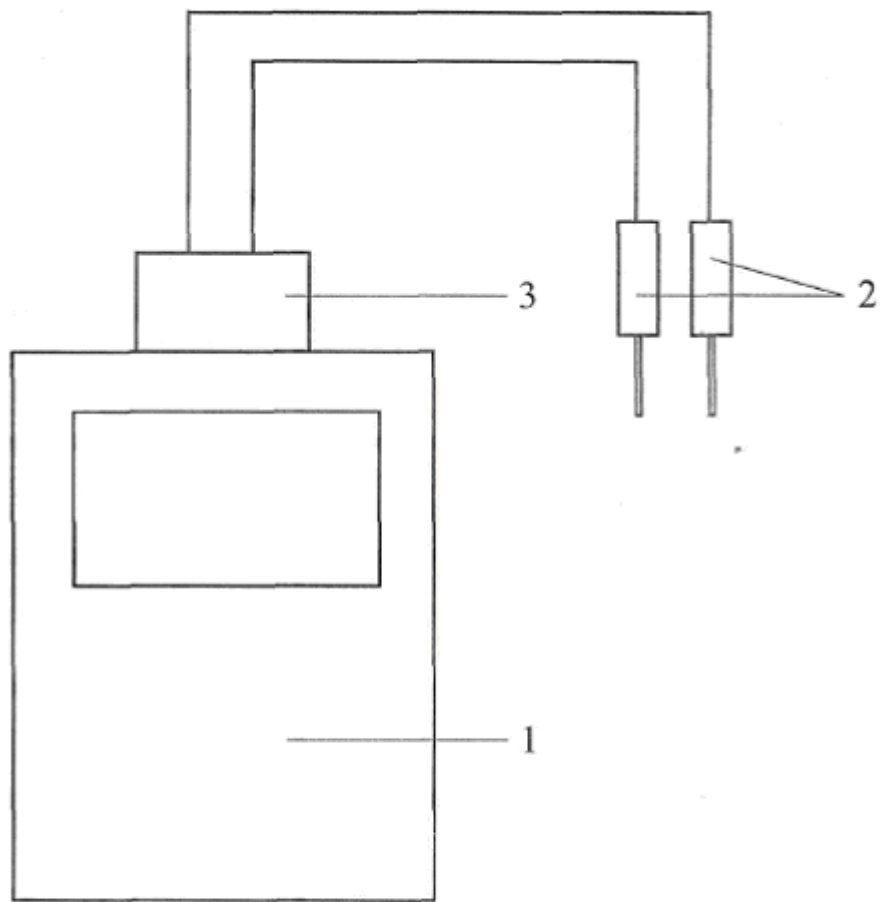


Fig. 1

Запропонована корисна модель належить до вимірювальної техніки, що використовує термоелектричні ефекти [1, 2], та може бути використана в різних галузях медицини, зокрема в офтальмології для вимірювання та реєстрації температури в біологічних тканинах і дослідження динамічних теплових процесів у біологічних об'єктах.

Відомо ряд пристроїв для контактного і безконтактного вимірювання температури тканин біологічних об'єктів [3-6]. Пристрої для безконтактного вимірювання температури (наприклад інфрачервоні термографи) використовуються в медицині у галузі онкології, травматології, офтальмології та ін. Недоліком таких безконтактних пристроїв є реєстрація лише температури зовнішніх поверхневих тканин та відхилення виміряних значень температури під дією зовнішніх дестабілізуючих факторів. Так, при безконтактному вимірюванні температури ока реєструються значення температури тільки зовнішніх відділів (рогівка і кон'юнктива), а температуру внутрішньоочних відділів (передня камера, кришталік, склоподібне тіло, сітківка, субтеноновий простір) оцінити не представляється можливим [3]. При цьому відомо, що температура зовнішньої поверхні рогівки дуже варіабельна і сильно залежить від температури навколишнього середовища та швидкості руху повітря. Пристрої для контактної (інвазивної) реєстрації температури біологічних тканин людини і тварин містять вимірювальні зонди, що дають можливість проводити реєстрацію температури як на поверхні біологічних тканин, так і на певній глибині. Деякі з таких пристроїв [4-6] застосовувалися для вимірювання температури внутрішньоочних структур. Вимірювальні зонди таких пристроїв можуть реєструвати температуру не тільки зовнішньої поверхні рогівки і кон'юнктиви, але також внутрішніх відділів ока (передня камера, кришталік, склоподібне тіло, сітківка, субтеноновий простір).

З відомих аналогів найбільш близьким по технічній суті є пристрій для вимірювання температури Microprobe Thermometer BAT-12 [7]. Пристрій складається з обчислювального електронного блока та вимірювальних мікрозондів різного калібру. Діапазон вимірювання температури такого пристрою становить від  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$  з похибкою  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Мікрозонди виготовлені з металу, що характеризується високою теплопровідністю, тому при проведенні вимірювань різко зростає похибка визначення температури. Згідно з літературними даними, у такому випадку втрати можуть становити до  $3-6^{\circ}\text{C}$  [8]. Основними недоліками такого пристрою є висока похибка вимірювання температури при використанні вимірювальних мікрозондів із матеріалів з високою теплопровідністю, неможливість одночасного вимірювання температури кількома вимірювальними мікрозондами та відсутність відображення результатів вимірювань на персональному комп'ютері в режимі on-line у вигляді графічного зображення.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача підвищення точності визначення температури за допомогою вимірювальних мікрозондів при одночасній можливості вимірювання температури кількома вимірювальними мікрозондами та відображення результатів вимірювань на персональному комп'ютері в режимі on-line у вигляді графічного зображення.

Поставлена задача вирішується тим, що у термоелектричному приладі для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури термопарний вимірювальний мікрозонд виготовлений із матеріалу політетрафторетилену з низькою теплопровідністю, електронний блок містить 8-канальний мікропроцесорний модуль реєстрації електричних сигналів, карту пам'яті microSD для збереження даних із заданим часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин, USB-інтерфейс для передачі даних на персональний комп'ютер та комп'ютерну програму для відображення результатів вимірювань в режимі on-line у вигляді графічного зображення.

Відповідність критерію "новизна" запропонованому приладу забезпечує та обставина, що заявлена сукупність ознак не міститься ні в одному з об'єктів існуючого рівня техніки.

У корисній моделі запропоновано принципово нове рішення, яке полягає в тому, що у термоелектричному приладі для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури термопарний вимірювальний мікрозонд виготовлений із матеріалу політетрафторетилену з низькою теплопровідністю, електронний блок містить 8-канальний мікропроцесорний модуль реєстрації електричних сигналів, карту пам'яті microSD для збереження даних із заданим часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин, USB-інтерфейс для передачі даних на персональний комп'ютер та комп'ютерну програму для відображення результатів вимірювань в режимі on-line у вигляді графічного зображення.

Промислове використання запропонованого термоелектричного приладу для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури не вимагає застосування спеціальних технологій та матеріалів, його реалізація можлива на існуючих підприємствах приладобудівного напрямку.

На фіг. 1 наведено зовнішній вигляд термоелектричного приладу для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури. Прилад складається з наступних основних конструктивних елементів: електронного блока 1 та термопарних вимірювальних мікрозондів 2. Електронний блок 1 містить стикуючий пристрій 3 та 8-канальний мікропроцесорний модуль

реєстрації електричних сигналів, що має 24-розрядний аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), який дає можливість проводити вимірювання температури із заданим часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин з можливістю реєстрації одержуваних даних в режимі on-line у вигляді графічного зображення. Результати вимірювань записуються в енергонезалежну пам'ять приладу або на карту пам'яті microSD. За допомогою USB-інтерфейсу результати вимірювання температури можуть передаватися на персональний комп'ютер. Програмування каналів мікропроцесорного модуля реєстрації та зчитування інформації виконується також за допомогою персонального комп'ютера через USB-інтерфейс.

На фіг. 2 наведено зовнішній вигляд термопарного вимірювального мікросонда 2. Вимірювальний мікросонд містить термопарний датчик температури 4, виготовлений на основі термопар L-типу (хромель-копель), що розміщений у корпусі стандартної медичної канюлі 5 з політетрафторетилену діаметром 0,5-0,8 мм. Спай термопари приварено до теплоконцентратора 6 з медичної нержавіючої сталі та закріплено на кінці голки медичної канюлі 5. Підвідні провідники термопари переходять із медичної канюлі 5 в з'єднувальний кабель 7 довжиною 1,5 м і закінчуються електричним роз'ємом 8 з вилкою для підключення вимірювального мікросонда 2 до електронного блока 1. Стик з'єднувального кабелю 7 та медичної канюлі 5 герметизований медичним силіконовим герметиком, що є хімічно нейтральним і допускає термічну або хімічну стерилізацію виробу (як звичайного медичного інструмента). Використання медичної канюлі малих діаметрів дає можливість під час хірургічного втручання вводити вимірювальний мікросонд 2 через мінімальний хірургічний доступ (наприклад через стандартний порт для вітректомії). Це, у свою чергу, дозволяє уникнути порушення цілісності оболонок ока під час введення вимірювального мікросонда у внутрішні його відділи. Таким чином, за рахунок використання вимірювальних зондів малого діаметра, виготовлених з матеріалів з низькою теплопровідністю (політетрафторетилену), досягається висока точність вимірювань внутрішньоочної температури ( $\pm 0,05$  °C) в діапазоні від -100 °C до +200 °C. Технічні характеристики запропонованого приладу наведено у таблиці.

Таблиця

Технічні характеристики термоелектричного приладу для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури

№	Технічні характеристики	Значення, од. вим.
1.	Діапазон вимірювання температури	(-100 - +200)°C
2.	Точність вимірювання температури	$\pm 0,05$ °C
3.	Кількість каналів вимірювання температури	4
4.	Період реєстрації температури	від 4 с до 2 годин
5.	Розміри мікросондів для вимірювання температури	0,5-0,8 мм
6.	Вимірювання температури в режимі реального часу	+
7.	Час безперервної роботи приладу від повністю заряджених акумуляторів	100 годин
8.	Живлення приладу: Li-Ion акумулятор 950 мА/год мережевий адаптер AC220V/DC12V, 1A	+
9.	Зарядка акумуляторів від USB-інтерфейсу	+
10.	Тип інтерфейсу обміну даними із ПК	USB
11.	Геометричні розміри електронного блоку	(195×145×85) мм
12.	Вага приладу	0,5 кг

На фіг. 3 наведено схему підключення вимірювальних мікросондів 2 до електронного блока 1. З наведеної схеми видно, що стикуючий пристрій 3 містить 4 розетки, до яких може бути одночасно підключено до 4 вимірювальних мікросондів 2. Підключається стикуючий пристрій 3 до мікропроцесорного модуля реєстрації електричних сигналів за допомогою роз'єму DB-37f. Розетки в стикуючому пристрої 3 змонтовані на мідному теплоконцентраторі, у якому розміщено прецизійний датчик температури (платиновий термометр опору), за допомогою якого вимірюється температура "холодних" кінців термопар - опорна температура. Вилки вимірювальних мікросондів 2 і розетки стикуючого пристрою 3 мають позначення полярності. Для зменшення рівня наведень невикористані входи стикуючого пристрою 3 закорочено заглушками - окремі вилки із закороченими штирями.

Живлення приладу може здійснюється від акумуляторної батареї (950 мА/год.), а також від мережевого адаптера (AC220V/DC12V, 1A) або через USB-кабель під час роботи з персональним комп'ютером. При цьому здійснюється підзарядка акумуляторної батареї приладу від персонального комп'ютера. Особливістю мікропроцесорного модуля реєстрації електричних сигналів є можливість окремо встановлювати чутливість для кожного з каналів залежно від типу термопар. Прилад може вимірювати температуру із заданим часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин. Дані про результати вимірювання записуються в енергонезалежну пам'ять. Ємність пам'яті приладу складає 50 тисяч комірок. Програмування каналів мікропроцесорного модуля реєстрації й зчитування інформації виконується за допомогою персонального комп'ютера через USB-кабель.

Зовнішній вигляд приладу для вимірювання та реєстрації внутрішньо очної температури і термопарного мікрозонда наведено на фіг. 4, 5.

Запропонований термоелектричний прилад для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури працює наступним чином. Термопарні вимірювальні мікрозонди 2 (датчики температури) підключаються до мікропроцесорного модуля реєстрації електричних сигналів. Вимірювальні мікрозонди через спеціальний порт вводять в око тварини або людини. Для візуалізації результатів вимірювань мікропроцесорний модуль реєстрації електричних сигналів підключається через USB-кабель до персонального комп'ютера. При включенні мікропроцесорного модуля реєстрації електричних сигналів та запуску комп'ютерної програми прилад починає реєструвати температуру в режимі on-line з часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин із візуалізацією даних на дисплеї приладу у вигляді значень виміряної температури та екрані персонального комп'ютера у вигляді графічного зображення.

У передню камеру вимірювальний зонд вводиться через тунельний парацентез розміром 0,6 мм, в склоподібне тіло - через стандартний порт для вітректомії діаметром 0,6 мм в проекції плоскої частини циліарного тіла в 2-3 мм від лімба. У субтеноновий простір вимірювальний мікрозонд 2 вводиться через кон'юнктивальний розріз у верхньо-внутрішньому квадранті.

Апробація термоелектричного приладу для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури здійснювалася в ДУ "Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМІ України". Використовуючи розроблений термоелектричний прилад, в експерименті in vivo було визначено закономірності розподілу температури в різних відділах ока кролика (нижнє кон'юнктивальне склепіння - 37,65 °С; верхнє кон'юнктивальне склепіння - 36,82 °С; поверхня рогівки - 34,41 °С; передня камера ока - 35,97 °С; передня частина склоподібного тіла - 36,96 °С; середня частина склоподібного тіла - 37,40 °С; задня частина склоподібного тіла - 37,50 °С; сітківка/судинна оболонка - 37,64 °С; субтеноновий простір - 37,78 °С за температури навколишнього середовища 23,8 °С). Крім цього було виявлено високий кореляційний зв'язок між температурою кон'юнктиви нижнього склепіння й температурою сітківки, а також температурою в субтеноновому просторі ока кролика.

Таким чином, було встановлено, що запропонований термоелектричний прилад є перспективним для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури. Такий прилад дає можливість вимірювати температури тканин біологічних об'єктів і досліджувати динамічні теплові процеси, що відбуваються в органах біологічних об'єктів. Запропонований прилад має ряд переваг над відомими світовими аналогами, а саме висока точність вимірювань ( $\pm 0,05$  °С) за рахунок використання термопарних вимірювальних мікрозондів, виготовлених із матеріалу політетрафторетилену з низькою теплопровідністю. Також прилад містить 8-канальний мікропроцесорний модуль реєстрації електричних сигналів і комп'ютерну програму, що дають можливість одночасно вимірювати температури кількома вимірювальними мікрозондами та здійснювати відображення результатів вимірювань на персональному комп'ютері в режимі on-line у вигляді графічного зображення. Такий прилад можна використовувати стаціонарно в медичних закладах, а також у нестационарних умовах лікування та діагностики.

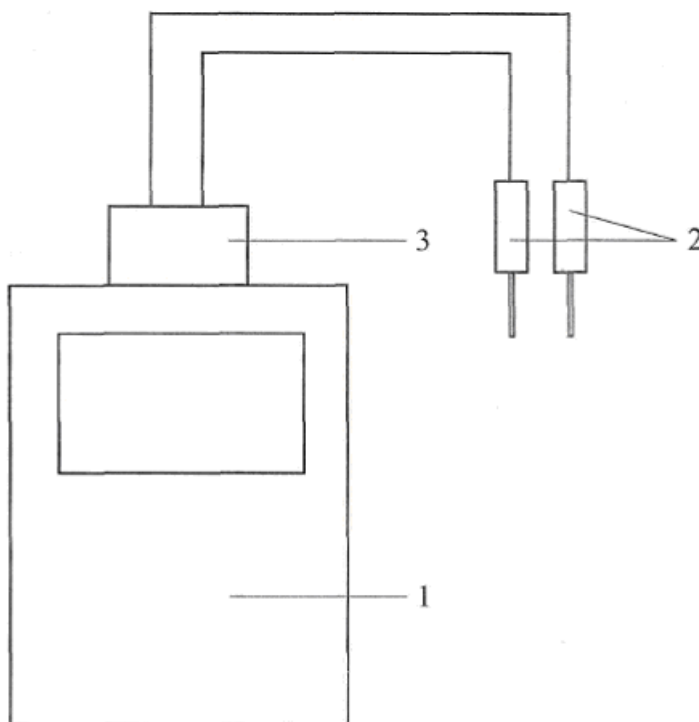
Джерела інформації:

1. Анатычук Л.И. Термoeлементы и термоэлектрические устройства: Справочник. - К.: Наук. Думка, 1979. - 768 с.
2. Анатычук Л.И. Термоэлектричество. Термоэлектрические преобразователи энергии: [том II] / Л.И. Анатычук - Киев, Черновцы: Институт термоэлектричества, 2003. - 376 с.
3. Purslow C. Ocular surface temperature: a review / C. Purslow, J. Wolffsohn // Eye and Contact Lens, 2005. - Vol. 31. - P. 117-123.
4. May D.R. Ocular hypothermia: anterior chamber perfusion / D.R. May, R.J. Freedland // British Journal of Ophthalmology, 1983. - Vol. 67. - P. 808-813.

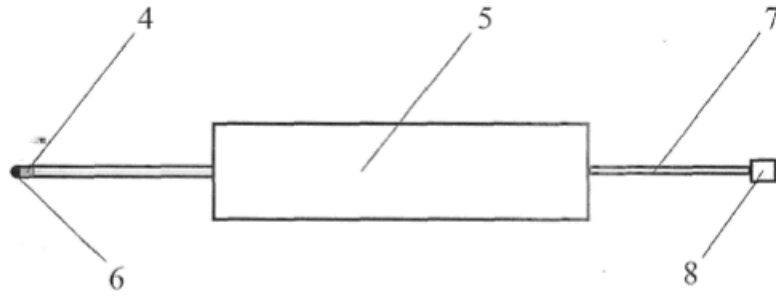
5. Katsimpris J.M. Effect of local hypothermia on the anterior chamber and vitreous cavity temperature: in vivo study in rabbits / J.M. Katsimpris, T. Xirou, K. Paraskevopoulos, I.K. Petropoulos, E. Feretis // Klin. Monbl. Augenheilkd., 2003. - Vol. 220 (3). - P. 148-151.
6. Schwartz B. Temperature gradients in the rabbit eye / B. Schwartz, M.R. Feller // Investigative Ophthalmology, 1962. - Vol. 1 (4). - P. 513-521.
7. Svenmarker P. Effects of probe geometry on transscleral diffuse optical spectroscopy / P. Svenmarker., C.T. Xu, S. Andersson-Engels, J. Krohn // Biomed. Opt. Express., 2011. - Vol. 2 (11). - P. 3058-3071.
8. Fatt I. Errors in eye tissue temperature measurements when using a metallic probe / I. Fatt, J.F. Forester // Exp. Eye Res., 1972. - Vol. 14. - P. 270-276.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

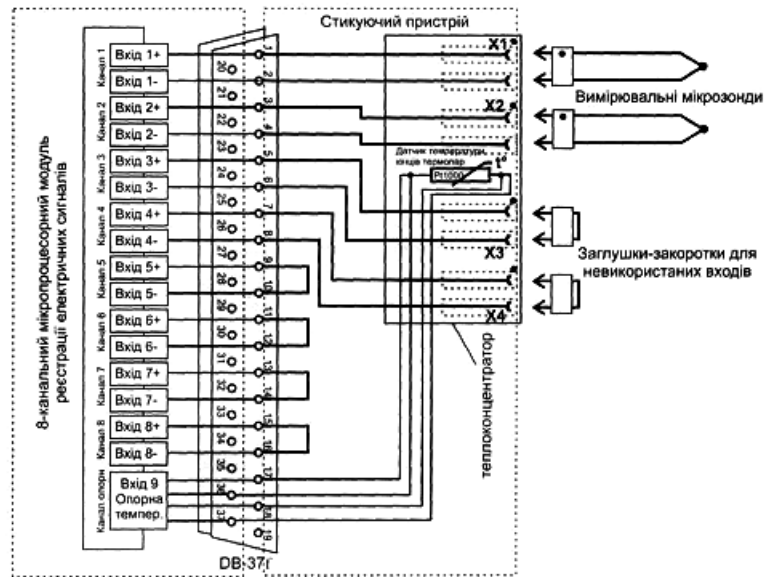
1. Термоелектричний прилад для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури, що складається з електронного блока та термopарного вимірювального мікрозонда, який **відрізняється** тим, що термopарний вимірювальний мікрозонд виготовлений із матеріалу політетрафторетилену з низькою теплопровідністю.
2. Термоелектричний прилад для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури за п. 1, який **відрізняється** тим, що електронний блок містить 8-канальний мікропроцесорний модуль реєстрації електричних сигналів.
3. Термоелектричний прилад для вимірювання та реєстрації внутрішньоочної температури за п. 1, який **відрізняється** тим, що електронний блок містить карту пам'яті microSD для збереження даних із заданим часовим інтервалом у діапазоні від 4 секунд до 2 годин, USB-інтерфейс для передачі даних на персональний комп'ютер та комп'ютерну програму для відображення результатів вимірювань в режимі on-line у вигляді графічного зображення.



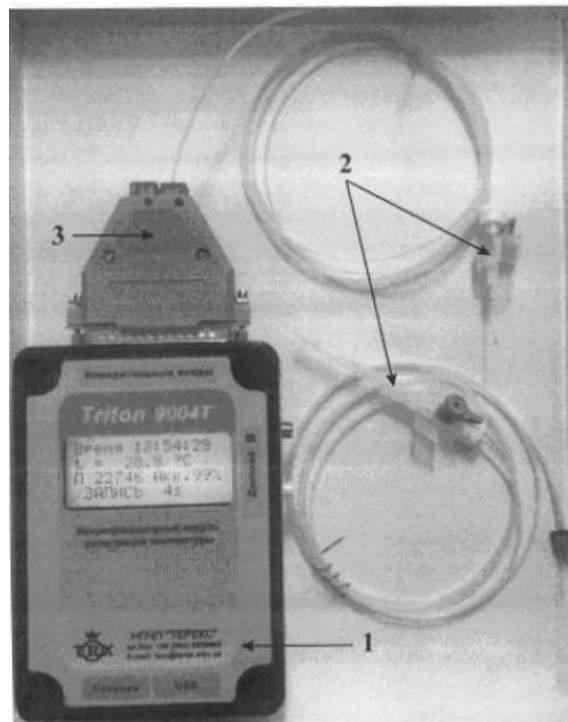
Фіг.1



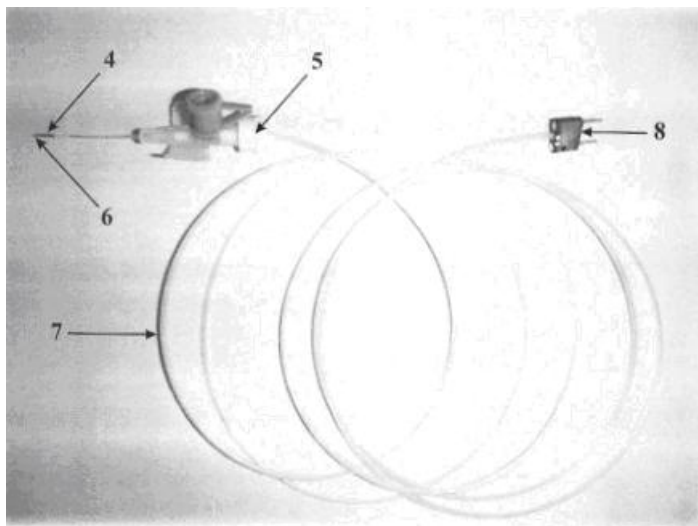
Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4



**Fig.5**

---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

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