



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112937

(13) C2

(51) МПК

G01J 3/30 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 06588

(22) Дата подання заявки: 03.07.2015

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 10.11.2016

(41) Публікація відомостей
про заяву: 12.10.2015, Бюл.№ 19

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 10.11.2016, Бюл.№ 21

(72) Винахідник(и):

Мельник Вадим Степанович (UA),
Шевера Ігор Васильович (UA),
Звенигородський Віталій Віталійович (UA)

(73) Власник(и):

Мельник Вадим Степанович,
вул. Челюскінців, 10, кв. 19, м. Ужгород,
88009 (UA),
Шевера Ігор Васильович,
вул. Заньковецької, 36, кв. 56, м. Ужгород,
88015 (UA),
Звенигородський Віталій Віталійович,
вул. Грушевського, 33, кв. 91, м. Ужгород,
88015 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

UA 75509 C2, 17.04.2006
UA 19525 A, 25.12.1997
SU 124669 A1, 01.01.1959
RU 2184354 C1, 27.06.2002

UA 86433 C2, 27.04.2009

UA 58044 A, 15.07.2003

Ультрафиолетовое излучение
(биологическое действие, лечебно-
профилактическое и гигиеническое
применение, измерение) / под ред. Г.М.
Франка и др. – М.: Медгиз, 1960. – С. 244-
252

Ультрафиолетовое излучение.
Биологическое действие и использование
естественного и искусственного
ультрафиолетового излучения в лечебно-
профилактических и гигиенических целях /
под ред. Н.М. Данцига. – М.: Медицина,
1971. – С. 334-339

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ ДЖЕРЕЛА УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

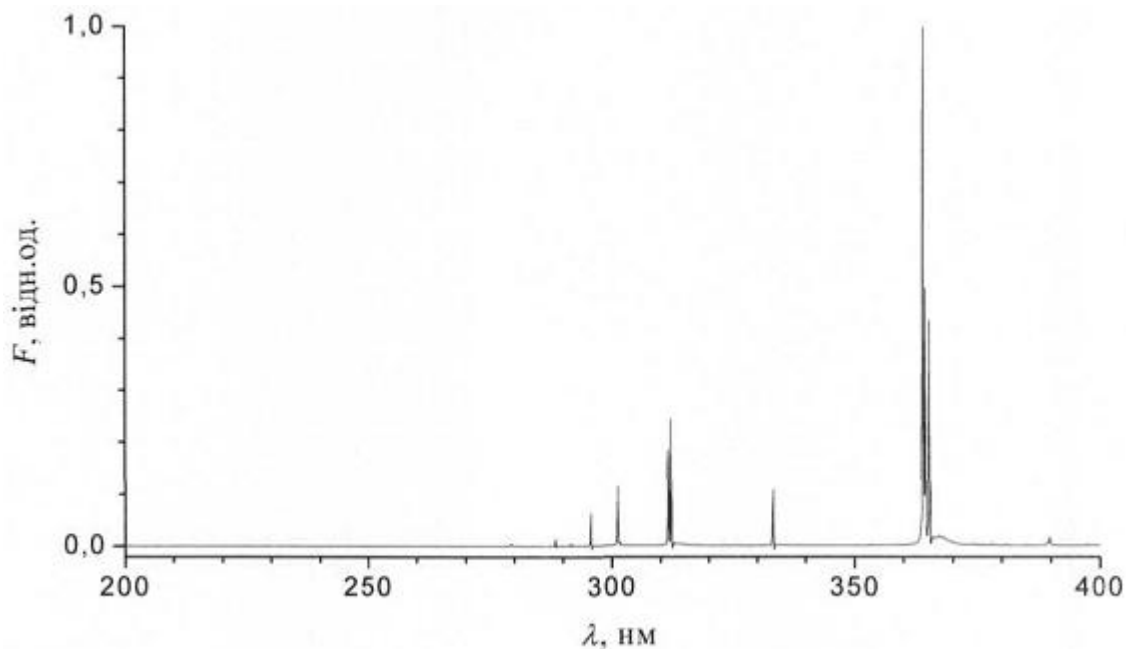
(57) Реферат:

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний при атестації, сертифікації джерел ультрафіолетового (УФ) випромінювання та акредитації установ, що їх використовують.

Суть винаходу полягає в оцінці ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання за значенням ефективної дози біологічної дії випромінювання. Для цього знаходять спектральну характеристику джерела УФ-випромінювання, нормовану спектральну характеристику

UA 112937 C2

біологічної дії УФ-випромінювання, обчислюють коефіцієнт біологічної дії джерела УФ випромінювання. Потім вимірюють енергетичну опроміненість (ЕО) у спектральному діапазоні В на певній відстані від джерела УФ-випромінювання, обчислюють ЕО у діапазонах А і С та знаходять повну ЕО УФ-випромінювання. Ефективну ЕО біологічної дії розраховують як добуток повної ЕО і коефіцієнта біологічної дії джерела УФ-випромінювання. Ефективну дозу біологічної дії визначають як добуток ефективної ЕО і часу експозиції. Винахід забезпечує високий рівень оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання.



Фіг. 1

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний при атестації, сертифікації джерел штучного ультрафіолетового (УФ) випромінювання та акредитації установ, що використовують такі джерела у промислових, лікувальних, оздоровчих та санітарно-гігієнічних цілях.

Відомий спосіб оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання, що включає визначення спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, знаходження спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, визначення ширини спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, обчислення першого і другого інтегралів від спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання за довжиною хвилі, причому перший інтеграл обчислюють у межах ширини спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, а другий інтеграл - у межах усього діапазону довжин хвилі УФ-випромінювання, введення коефіцієнта біологічної дії джерела УФ-випромінювання як відношення першого інтеграла до другого інтеграла, за значенням якого оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ-випромінювання [1].

Недоліком відомого способу оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання є недостатньо висока точність оцінки, оскільки при обчисленні коефіцієнта біологічної дії враховують лише ширину спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання і не беруть до уваги її форму.

Найближчим до заявленого є спосіб оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання, що включає визначення спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, знаходження нормованої до одиничного значення у максимумі спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, обчислення першого і другого інтегралів за довжиною хвилі у межах усього діапазону довжин хвиль УФ випромінювання, де перший інтеграл обчислюють від добутку спектральної характеристики джерела УФ випромінювання та нормованої спектральної характеристики біологічної дії, а другий - від спектральної характеристики джерела УФ випромінювання, обчислення коефіцієнта біологічної дії джерела УФ випромінювання як відношення першого інтеграла до другого інтеграла, за значенням якого оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ випромінювання [2].

Недоліком цього способу оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання є недостатній рівень оцінки, який дає можливість вибрати область переважного застосування джерела за допомогою коефіцієнта біологічної дії, але не визначає умови та наслідки його використання.

Задача винаходу - забезпечити достатній рівень оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання шляхом визначення ефективної дози його біологічної дії - кількості енергії УФ-випромінювання, що падає нормально на одиницю площі поверхні біоприймача на певній відстані від джерела протягом заданого часу експозиції, поглинається середовищем біоприймача і витрачається на виконання певної біологічної дії.

Перевага запропонованого способу полягає у тому, що він визначає як умови використання джерела УФ-випромінювання - відстань, положення біоприймача відносно джерела та час опромінення, так і наслідки - кількість енергії УФ-випромінювання, що витрачається на виконання основної та супутніх біологічних дій. Якщо супутні біологічні дії є небажаними, запропонований спосіб забезпечує можливість корекції спектра випромінювання джерела за допомогою оптичних фільтрів.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі оцінки ефективності біологічної дії джерела УФ-випромінювання, який включає визначення спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, знаходження нормованої до одиничного значення у максимумі спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, обчислення першого і другого інтегралів за довжиною хвилі у межах усього діапазону довжин хвиль УФ-випромінювання, де перший інтеграл обчислюють від добутку спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання та нормованої спектральної характеристики біологічної дії, а другий - від спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, обчислення коефіцієнта біологічної дії джерела УФ-випромінювання як відношення першого інтеграла до другого інтеграла, згідно з винаходом додатково обчислюють третій, четвертий і п'ятий інтеграли від спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання за довжиною хвилі у межах А, В і С діапазонів відповідно, вимірюють енергетичну опроміненість (ЕО) у спектральному діапазоні В на певній відстані від джерела УФ-випромінювання, значення ЕО ділять на величину четвертого інтеграла, а частку від ділення окремо множать на величини третього і п'ятого інтегралів, одержані добутки разом додають до значення ЕО у діапазоні В, знайдену суму разом множать на коефіцієнт біологічної дії джерела УФ-випромінювання і на заданий час експозиції біологічної

дії, при цьому одержують значення ефективної дози біологічної дії УФ-випромінювання, за яким оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ-випромінювання.

На фіг. 1 зображена нормована спектральна характеристика джерела УФ випромінювання, на фіг. 2 - нормована спектральна характеристика окремої (і-ої) біологічної дії УФ випромінювання.

Спосіб здійснюють наступним чином. Експериментально одержують спектральну характеристику $F(\lambda)$ джерела УФ-випромінювання де F і λ - відповідно спектральна густина променевого потоку і довжина хвилі УФ-випромінювання. З джерел інформації знаходять спектральну характеристику і-ої біологічної дії УФ-випромінювання, яку при необхідності нормують до одиничного значення у максимумі кривої. При цьому одержують функцію $S_i(\lambda)$, де S_i - відносна ефективність і-ої біологічної дії УФ-випромінювання. Обчислюють добуток $F(\lambda) \cdot S_i(\lambda)$, який інтегрують за довжиною хвилі у межах усього діапазону довжини хвиль УФ-випромінювання. Таким чином одержують перший інтеграл

$$F_i = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} F(\lambda) S_i(\lambda) d\lambda,$$

де λ_{\min} і λ_{\max} - найменша і найбільша довжини хвиль спектрального діапазону УФ-випромінювання. Обчислюють також другий інтеграл від спектральної характеристики джерела УФ випромінювання за довжиною хвилі

$$F_0 = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} F(\lambda) d\lambda.$$

Визначають коефіцієнт біологічної дії джерела УФ-випромінювання як відношення першого інтеграла до другого інтеграла, тобто

$$K_i = \frac{F_i}{F_0}.$$

Обчислюють третій, четвертий і п'ятий інтеграли від спектральної характеристики джерела УФ випромінювання за довжиною хвилі у межах А, В і С діапазонів відповідно:

$$F_A = \int_A F(\lambda) d\lambda, F_B = \int_B F(\lambda) d\lambda, F_C = \int_C F(\lambda) d\lambda.$$

Вимірюють енергетичну опроміненість у діапазоні В на певній відстані від джерела УФ-випромінювання E_B^* . Обчислюють відношення E_B^*/F_B і використовують його як масштабний коефіцієнт для розрахунку ЕО у спектральних діапазонах А і С відповідно

$$E_A = \frac{E_B^*}{F_B} F_A, E_C = \frac{E_B^*}{F_B} F_C.$$

Знаходять повну ЕО УФ-випромінювання $E_o = E_A + E_B^* + E_C$. Вводять ефективну ЕО біологічної дії УФ-випромінювання як добуток повної ЕО і коефіцієнта біологічної дії джерела УФ-випромінювання

$$E_i = K_i E_o.$$

Визначають ефективну дозу біологічної дії УФ випромінювання як добуток ефективної ЕО і часу експозиції t

$$Q_i = E_i t,$$

за значенням якої оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ випромінювання. За фізичним змістом величина Q_i дорівнює кількості енергії УФ випромінювання, що падає нормально на одиницю площі поверхні біоприймача на певній відстані від джерела протягом часу t , поглинається середовищем біоприймача і витрачається на виконання і-ої біологічної дії.

Приклад. Спектральна характеристика, приведена на фіг. 1, стосується дугової ртутної лампи ДРТ-100, яка розміщена всередині циліндричного фільтра з еритемного скла. Характеристика одержана за допомогою експериментальної установки, що включає монохроматор "SOLAR TII" та цифрову камеру "HS 101H". Спектральна характеристика, приведена на фіг. 2, стосується еритемної біологічної дії УФ-випромінювання. Вона та спектральні характеристики інших біологічних дій (тут не приведені) - післяеритемної пігментації, бактерицидної, пігментоутворюючої, вітаміноутворюючої, антирахітної - взяті з робіт

[3, 4]. Обробка результатів вимірювань та обчислення за приведеними вище формулами здійснювались за наступними даними: $\lambda_{\min} = 200$ нм; $\lambda_{\max} = 400$ нм. Значення меж діапазонів УФ випромінювання; А-315...400 нм; В - 280...315 нм; С - 200...280 нм.

Енергетична опроміненість у діапазоні В вимірювалась за допомогою радіометра "ТКА-ПКМ"

- 5 на відстані 1 м від джерела УФ-випромінювання $E_B^* = 0,280$ Вт/м². На полі фіг. 2 приведено значення індексу і еритемної дії УФ-випромінювання. Результати обчислень перших інтегралів F_i коефіцієнтів біологічної дії джерела УФ-випромінювання K_i , ефективних ЕО біологічної дії УФ-випромінювання E_i та ефективних доз біологічної дії УФ-випромінювання Q_i при часі експозиції $t=1$ хв. для $i=1-6$ приведені у таблиці. Завдяки високій точності спектральних вимірювань (оцінка середньоквадратичного відхилення середньоарифметичних величин F_0, F_A, F_B і F_C складає 0,4 %) похибка визначення повної ЕО E_0 практично не відрізняється від похибки вимірювання ЕО у діапазоні В E_B^* (10 % у нашому прикладі), що є додатковою перевагою запропонованого способу перед відомими. Оцінити похибки визначення величин, що приведені у таблиці, неможливо, оскільки у роботах [3, 4] не приведені похибки вимірювань спектральних характеристик біологічних дій.

Таблиця

Біологічна дія		F_i , в.о.-нм	K_i , %	E_i , Вт/м ²	Q_i , Дж/м ²
Індекс дії	Назва дії				
1	Еритемна	0,046	4,666	0,065	3,882
2	Післяеритемна пігментація	0,053	5,318	0,074	4,425
3	Антирахітна	0,038	3,829	0,053	3,186
4	Бактерицидна	0,017	1,739	0,024	1,447
5	Утворення вітаміну D	0,046	4,614	0,064	3,839
6	Пігментують	0,330	33,115	0,459	27,553

- 20 Як видно з таблиці, досліджуване джерело вкладає у пігментують біологічну дію близько 33 % інтегрального променевого потоку УФ випромінювання. У випадку використання його як солярію, шкіра людини одержує ефективну дозу засмаги близько 27 Дж/м² на відстані 1 м від джерела випромінювання протягом 1 хв.

- 25 Таким чином, запропонований спосіб забезпечує можливість визначення ефективної дози біологічної дії УФ випромінювання, що падає нормально на одиницю площі поверхні біоприймача на певній відстані від джерела протягом заданого часу, поглинається середовищем біоприймача і витрачається на виконання певної біологічної дії. За значенням ефективної дози біологічної дії оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ-випромінювання.

- 30 Винахід може бути використаний у центрах стандартизації, сертифікації і метрології при проведенні атестації та сертифікації джерел штучного УФ-випромінювання, а також при акредитації виробничих, медичних, оздоровчих та гігієнічних закладів, що використовують такі джерела.

Джерела інформації:

- 35 1. Кардош Й.Ю., Мельник В.С., Мельник М.В. Спосіб оцінки ефективності біологічної дії джерела ультрафіолетового випромінювання. Деклараційний патент України на винахід № 58044 А, заявка № 2002086602 від 08.08.2002. Бюл. № 7, 2003.
2. Мельник В.С. Яцків М.В. Спосіб оцінки ефективності біологічної дії джерела ультрафіолетового випромінювання. Патент України на винахід № 86433, заявка № а200702197 від 01.03.2007. Бюл. № 8, 2009 (прототип).
- 40 3. Ультрафиолетовое излучение (биологическое действие, лечебно-профилактическое и гигиеническое применение, измерение). Под ред. Франка Г.М. и др. - М.: Медгиз, 1960. 272 с.
4. Ультрафиолетовое излучение и гигиена. Под ред. Франка Г.М., Данцига Н.М., Соколова М.В. - М.: Изд. акад. мед. наук СССР, 1950. - 156 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб оцінки ефективності біологічної дії джерела ультрафіолетового (УФ) випромінювання, що включає визначення спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, знаходження нормованої до одиничного значення у максимумі спектральної характеристики біологічної дії УФ-випромінювання, обчислення першого і другого інтегралів за довжиною хвилі у межах усього діапазону довжини хвиль УФ-випромінювання, де перший інтеграл обчислюють від добутку спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання та нормованої спектральної характеристики біологічної дії, а другий - від спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання, обчислення коефіцієнта біологічної дії джерела УФ-випромінювання як відношення першого інтеграла до другого інтеграла, який **відрізняється** тим, що обчислюють третій, четвертий і п'ятий інтеграли від спектральної характеристики джерела УФ-випромінювання за довжиною хвилі у межах А, В і С діапазонів, відповідно, вимірюють енергетичну опроміненість (ЕО) у спектральному діапазоні В на певній відстані від джерела УФ-випромінювання, значення ЕО ділять на величину четвертого інтеграла, а частку від ділення окремо множать на величини третього і п'ятого інтегралів, одержані добутки разом додають до значення ЕО у діапазоні В, знайдену суму разом множать на коефіцієнт біологічної дії джерела УФ-випромінювання і на заданий час експозиції біологічної дії, при цьому одержують значення ефективної дози біологічної дії УФ-випромінювання, за яким оцінюють ефективність біологічної дії джерела УФ-випромінювання.

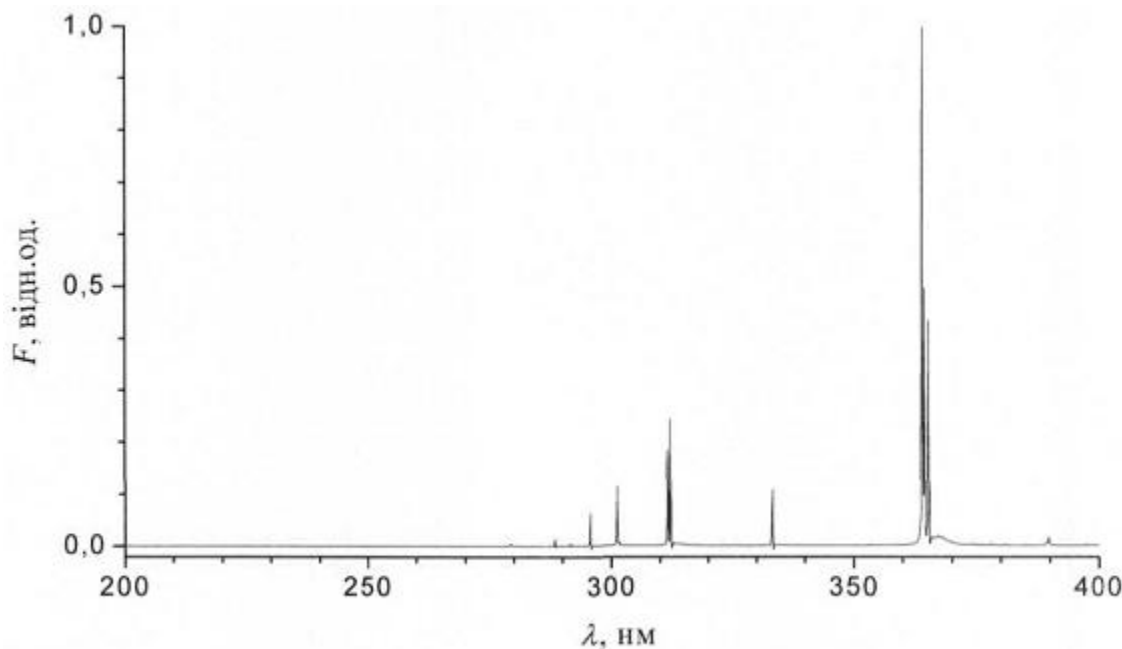


Fig. 1

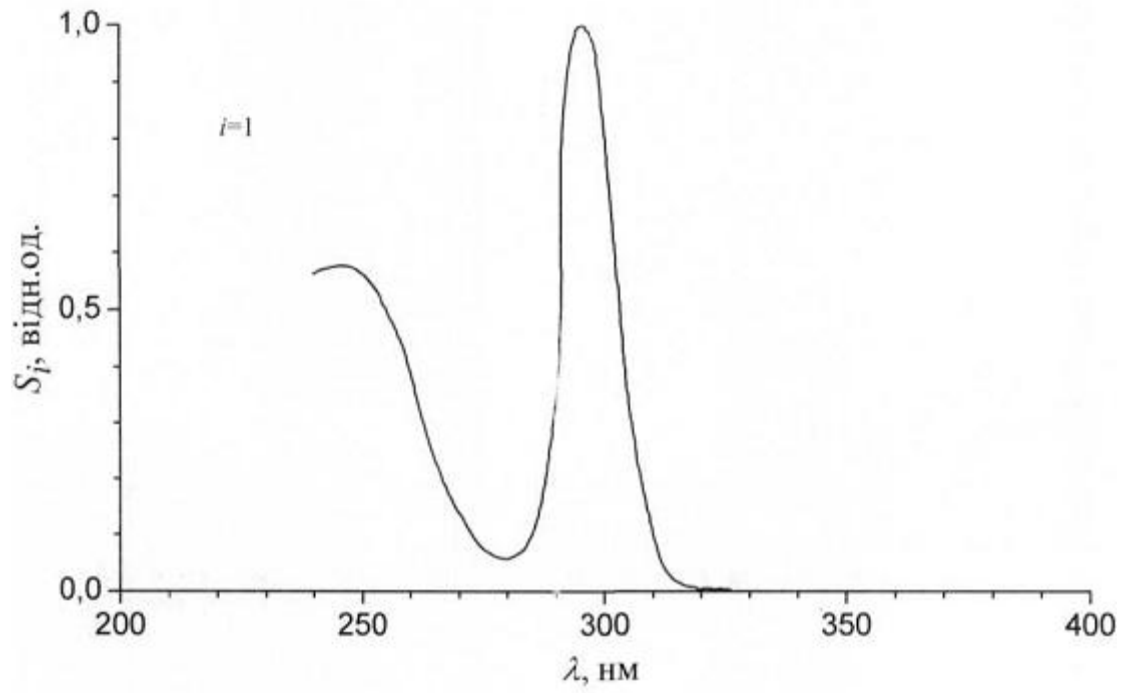


Fig. 2

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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