



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113239

(13) U

(51) МПК

H05B 7/144 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

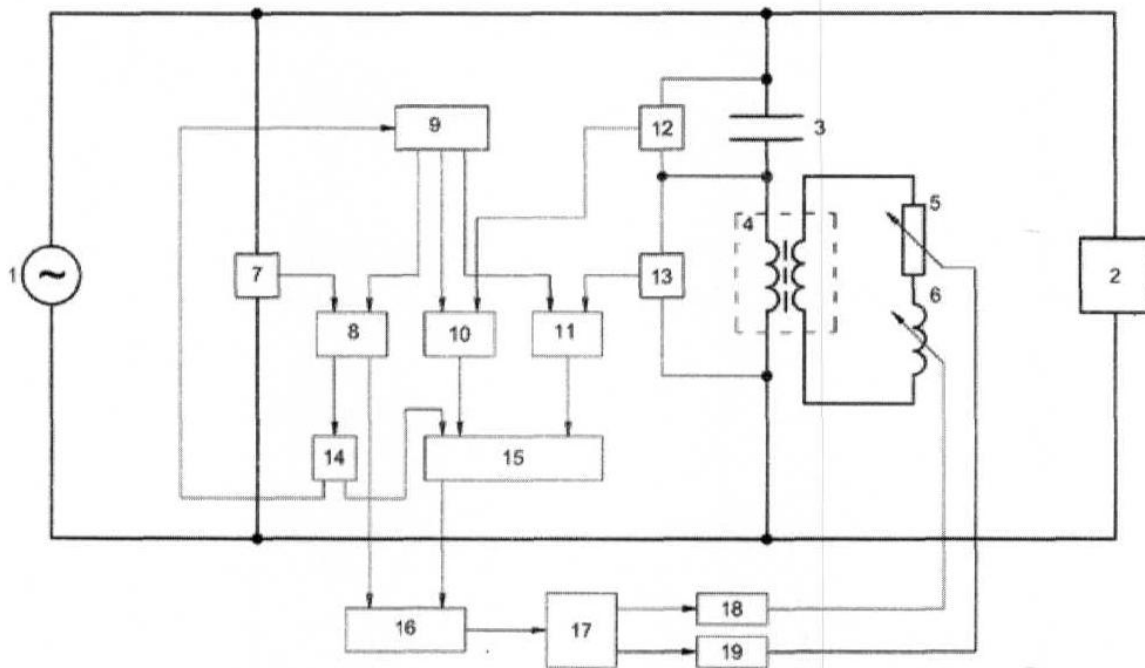
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 05828</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Гудим Василь Ількович (UA),</b> <b>Піотр Дроздовскі (PL),</b> <b>Домінік Мамцарз (PL)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>30.05.2016</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.01.2017</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Гудим Василь Ількович,</b> вул. Сахарова, 27, кв. 419, м. Львів, 79044 (UA), <b>Піотр Дроздовскі,</b> ul. Marczyńskiego, 3/47, m. Krakow, 31-234, Polska (PL), <b>Домінік Мамцарз,</b> ul. Kijowska, 3, m. Regulice, 32-566, Polska (PL)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.01.2017, Бюл.№ 2</b>	

**(54) СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПАСИВНИМ ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАЛЬНИМ ФІЛЬТРОМ ГАРМОНІК СТРУМУ****(57) Реферат:**

Система керування переналаджувальним фільтром гармонік струму містить фільтр вищих гармонік струму у вигляді послідовно сполученого конденсатора і регульованого реактора, виконаного у вигляді магнітозв'язаних основної й додаткової обмоток, розміщених на магнітопроводі з повітряною щілиною, та вимірювальний орган напруги живлення. Додатково містить джерело напруги живлення, нелінійне навантаження, вимірювальні органи напруги конденсатора і реактора фільтра, блоки перетворення і аналізу напруг джерел живлення, конденсатора і реактора фільтра, блок керування процесами вимірювання, блок визначення параметрів фільтра, блок перевірки умов зміни параметрів фільтра, блоки вибору додаткової індуктивності та резистора, блок обчислення значень додаткової індуктивності та резистора, блок керування фільтром. Причому до виходу джерела напруги живлення приєднано вхід нелінійного навантаження, паралельно до якого увімкнений пасивний переналаджувальний фільтр гармонік струму у вигляді послідовно сполучених конденсатора і основної обмотки реактора, яка магнітозв'язана з додатковою обмоткою, до виходів якої приєднані послідовно сполучені регульований резистор і регульована індуктивність, керуючий вхід регульованої індуктивності приєднаний до виходу блока вибору значення регульованої індуктивності, вхід якого з'єднаний з першим виходом блока визначення параметрів регульованої індуктивності і регульованого резистора, другий вихід якого приєднаний до входу блока вибору значення регульованого резистора, вихід якого приєднаний до керуючого входу регульованого резистора, до входу блока визначення параметрів індуктивності та резистора приєднаний вихід блока перевірки умов зміни параметрів фільтра, перший вхід якого приєднаний до другого виходу блока перетворення і аналізу напруги живлення, другий вихід якого приєднаний до входу блока керування фільтром, перший вихід якого приєднаний до входу блока керування процесами вимірювання, перший вихід якого приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги живлення, до першого входу якого приєднаний вихід вимірювального органу напруги джерела живлення, який увімкнений паралельно до джерела напруги живлення, другий вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворювання і аналізу напруги конденсатора фільтра, перший вихід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги конденсатора, який приєднаний паралельно до конденсатора,

UA 113239 U

фільтра, третій вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра, перший вхід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги реактора фільтра, який увімкнено паралельно до основної обмотки реактора фільтра, вихід блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра приєднаний до другого входу блока визначення параметрів фільтра, до першого входу якого приєднаний другий вихід блока керування фільтром, а до третього входу блока визначення параметрів фільтра приєднаний вихід блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра, вихід блока визначення параметрів фільтра приєднаний до другого входу блока перевірки умов зміни параметрів фільтра.



Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до електрообладнання, призначеного для покращення форми синусоїдної напруги в електропостачальних системах з динамічними нелінійними споживачами електричної енергії, наприклад з електродуговими зварювальними апаратами.

Відомий спосіб компенсації спотворення струмів у багатофазних електричних колах з нелінійним навантаженням (АС СССР SU №1571722 А1 Н02J 3/18 від 15.06.1990, бюлетень №22) де компенсація здійснюється шляхом виділення реактивної складової струму споживання і її компенсації за рахунок накладання струму заданої форми з протилежним знаком на цю складову.

Суттєвим недоліком цього способу є складність створення струму заданої форми з потрібними параметрами (амплітудою та фазою).

Найближчим аналогом є пристрій для керування фільтром вищих гармонік (АС СССР №541053218 А Н02J 1/02 від 07.11.1983. Бюл. № 41), який містить конденсатор та регульовану індуктивність, вимірювальний орган напруги та блок зміни індуктивності. Цей пристрій призначений для настроювання лінійного пасивного фільтра на необхідну резонансну частоту безпосередньо під напругою незалежно від дрейфу частоти струму в електричній мережі і відхилення ємності конденсатора від номінальних значень. Однак суттєвим недоліком цього пристрою є те, що він не забезпечує зміни ширини смуги пропускання фільтра, що є досить важливим у випадку появи у струмі навантаження неканонічних частот (частот некратних до основної).

В основу корисної моделі поставлено задачу створити систему керування пасивним перенастроювальним фільтром гармонік струму, в якій за рахунок введення нових елементів досягається обмеження гармонік струму, що забезпечує зниження коефіцієнта гармонік напруги живлення до значень, передбачених нормами на якість електричної енергії.

Поставлена задача вирішується тим, що система керування пасивним перенастроювальним фільтром гармонік струму, що містить фільтр вищих гармонік струму у вигляді послідовно сполученого конденсатора і регульованого реактора, а також вимірювального органу напруги живлення, додатково містить додаткову обмотку реактора, яка є магнітозв'язана з основною і розміщена на магнітопроводі з повітряною щільною, джерело напруги живлення, нелінійне навантаження, вимірювальні органи напруги конденсатора і реактора фільтра, блоки перетворення і аналізу напруг джерел живлення, конденсатора і реактора фільтра, блок керування процесами вимірювання, блок визначення параметрів фільтра, блок перевірки умов зміни параметрів фільтра, блоки вибору додаткової індуктивності та резистора, блок обчислення значень додаткової індуктивності та резистора, блок керування фільтром, причому виходи до джерелу напруги живлення приєднано вхід нелінійного навантаження, паралельно до якого увімкнено пасивний перенастроювальний фільтр гармонік струму у вигляді послідовно сполучених конденсатора і основної обмотки реактора фільтра, яка є магнітозв'язана з додатковою обмоткою, до виходів якої приєднані послідовно сполучені регульований резистор і регульована індуктивність, керуючий вхід регульованої індуктивності приєднаний до виходу блока вибору значення регульованої індуктивності, вхід якого з'єднаний з першим виходом блока визначення параметрів регульованої індуктивності і регульованого резистора, другий вихід якого приєднаний до входу блока вибору значення регульованого резистора, вихід якого приєднаний до керуючого входу регульованого резистора, до входу блока визначення параметрів індуктивності та резистора приєднаний вихід блока перевірки умов зміни параметрів фільтра, перший вхід якого приєднаний до другого виходу блока перетворення і аналізу напруги живлення, другий вихід якого приєднаний до входу блока керування фільтром, перший вихід якого приєднаний до входу блока керування процесами вимірювання, перший вихід якого приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги живлення, до першого входу якого приєднаний вихід вимірювального органу напруги джерела живлення, який увімкнений паралельно до джерела напруги живлення, другий вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворювання і аналізу напруги конденсатора фільтра, перший вихід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги конденсатора фільтра, який приєднаний паралельно до конденсатора, третій вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра, перший вхід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги реактора фільтра, який увімкнено паралельно до основної обмотки реактора фільтра, вихід блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра приєднаний до другого входу блока визначення параметрів фільтра, до першого входу якого приєднаний другий вихід блока керування фільтром, а до третього входу блока визначення параметрів фільтра приєднаний вихід блока перетворення і аналізу напруги

реактора фільтра, а вихід блока визначення параметрів фільтра приєднаний до другого входу блока перевірки умов зміни параметрів фільтра.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де наведена схема системи керування пасивним переналагоджувальним фільтром гармонік струму, в якій до виходу джерела напруги живлення 1 приєднано вхід нелінійного навантаження 2, паралельно до якого приєднаний фільтр гармонік струму у вигляді послідовно сполучених конденсатора фільтра 3 та основної обмотки реактора фільтра 4, до виводів додаткової обмотки якого приєднаний регульований резистор 5 та послідовно з'єднана з резистором 5 регульована індуктивність 6. Паралельно до джерела напруги живлення 1 приєднаний вимірювальний орган напруги живлення 7, вихід якого приєднаний до першого входу блока перетворення і аналізу напруги живлення 8, до другого входу якого приєднаний перший вихід блока керування процесами вимірювання 9. Другий вихід блока керування процесами вимірювання 9 приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги конденсатора, а третій вихід блока 9 приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра 11. До першого входу блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра 10 приєднаний вихід вимірювального органу напруги конденсатора фільтра 12, який приєднаний паралельно до конденсатора фільтра 3. До першого входу блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра 11 приєднаний вихід вимірювального органу напруги реактора 13, який приєднаний паралельно до основної обмотки реактора фільтра 4. Перший вихід блока перетворення і аналізу напруги живлення 8 приєднаний до входу блока керування фільтром 14, перший вихід якого приєднаний до входу блока керування процесами вимірювання 9, а другий вихід блока 14 приєднаний до першого входу блока визначення параметрів пасивного фільтра 15, до другого входу якого приєднаний вихід блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра 10. До третього входу блока визначення параметрів пасивного фільтра 15 приєднаний вихід блока перетворення і аналізу напруги реактора 11. Вихід блока визначення параметрів пасивного фільтра 15 приєднаний до другого входу блока перевірки умов змін параметрів фільтра 16, до другого входу якого приєднаний другий вихід блока перетворення і аналізу напруги живлення 8. Вихід блока перевірки умов змін параметрів фільтра 16 приєднаний до входу блока визначення параметрів регульованого резистора та регульованої індуктивності 17, перший вихід якого приєднаний до входу блока вибору значення регульованої індуктивності 18, а другий вихід блока 17, приєднаний до входу блока вибору значення регульованого резистора 19. Вихід блока вибору значення регульованого резистора 19 приєднаний до керуючого входу регульованого резистора 3, а вихід блока вибору значення регульованої індуктивності 18 приєднаний до керуючого входу регульованої індуктивності 6.

Система керування пасивним переналагоджувальним фільтром гармонік струму працює наступним чином: нелінійний споживач електричної енергії 2, який приєднаний до джерела напруги живлення 1, спотворює синусоїдну форму напруги в мережі живлення, миттєве значення якої вимірюється вимірювальним органом напруги живлення 7. Аналоговий сигнал, який є пропорційний напрузі живлення, надходить на перший вхід блока і аналізу напруги живлення 8, де відбувається перетворення аналогового сигналу у цифровий, і здійснюється аналіз цього сигналу за допомогою швидкого перетворення Фур'є та запам'ятовування амплітуд і частот цього сигналу. З виходу блока 8 значення амплітуд і їх частот надходить на вхід блока 14 керування фільтром, де відбувається визначення коефіцієнта гармонік напруги мережі на даному інтервалі часу і порівняння його із заданим значенням. Якщо поточне значення коефіцієнта гармонік напруги живлення менше або рівне допустимому значенню, то блок 14 подає сигнал до блока 9 керування процесом вимірювання для виконання вимірювання напруги живлення на наступному інтервалі часу. У випадку перевищення поточного значення коефіцієнта гармонік напруги живлення допустимого значення з блока 14 надходить сигнал на вхід блока 15 визначення дійсних параметрів переналагоджувального фільтра, де на основі порівняння значень амплітуд окремих частот напруг конденсатора і реактора фільтра виявляється частота, на яку настроєний фільтр. Значення амплітуд гармонік напруги конденсатора та їх частот надходить із блока 11, а амплітуд гармонік напруги реактора та їх частот надходить із блока 11, в яких відбувається перетворення аналогових сигналів, пропорційних миттєвим значенням напруги конденсатора і реактора фільтра у цифрові сигнали. Миттєве значення напруги конденсатора фільтра надходить на перший вхід блока 10 із виходу вимірювального органу напруги конденсатора фільтра 12, а миттєве значення напруги реактора фільтра надходить на перший вхід блока 11 із виводів вимірювального органу напруги реактора фільтра 13. У блоках 10 і 11 ці сигнали аналізуються за методом швидкого перетворення Фур'є і запам'ятовуються на заданому інтервалі часу виконання вимірювань. В результаті аналізу миттєвих значень напруг конденсатора і реактора фільтра у блоках 10 і 11 виділяються

амплітуди та частоти гармонік напруг конденсатора і реактора фільтра, котрі надходять у блок 15 визначення параметрів фільтра за виразом

$$\varepsilon = \frac{|U_C| - |U_L|}{|U_C| + |U_L|} 100\%.$$

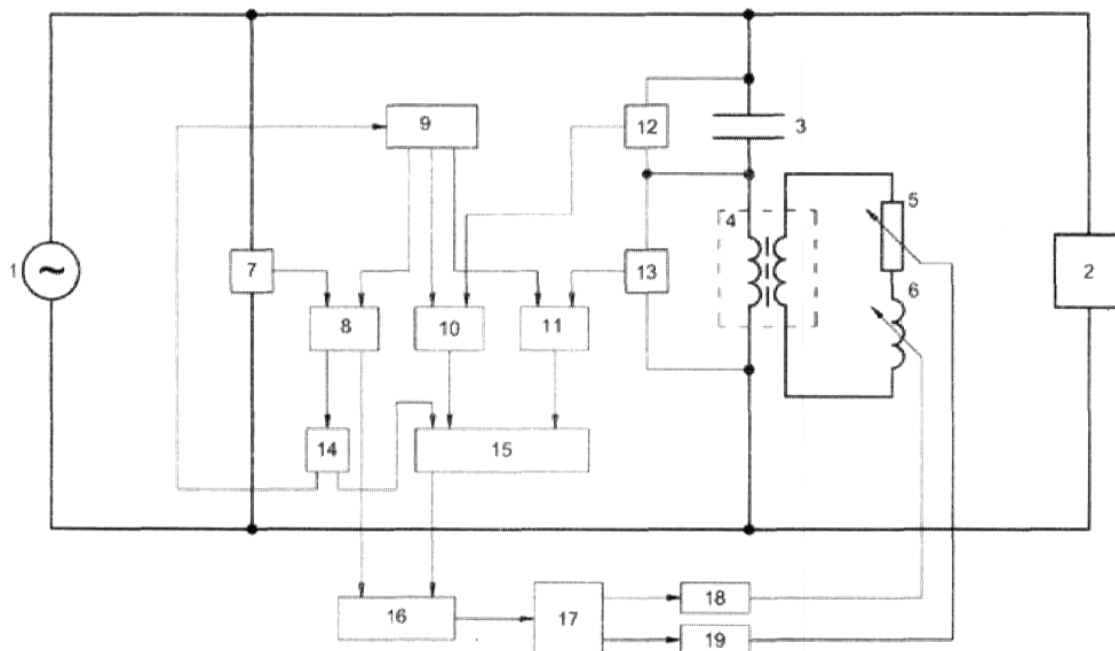
Якщо різниця амплітуд напруг конденсатора і реактора фільтра, які відповідають даній частоті, дорівнює нулю, або дуже близьке до нуля, то ця частота з блока 15 надходить на вхід блока 16 перевірки умов зміни параметрів фільтра. Одночасно в блок 16 надходить від блока 8 перетворювання і аналізу напруги живлення частота найбільшої гармоніки напруги живлення. Якщо частота настроювання фільтра і частота гармоніки напруги живлення з найбільшою амплітудою відрізняються між собою то із блока 17 визначення параметрів індуктивності та резистора про значення ємності конденсатора різниці між частотами настроювання фільтра і найвищої гармоніки напруги живлення, де визначається значення додаткової індуктивності, вибране значення якої надходить у блок 18 вибору значення додаткової індуктивності, де відбувається перевірка і вибір обчисленого значення, або близького до нього. Після зміни параметрів додаткової індуктивності повторюється процес перевірки правильності настроювання фільтра за вищеописаним алгоритмом на наступному інтервалі часу вимірювання. Якщо підібране значення індуктивності змінило ефективність фільтра і коефіцієнт гармонік напруги живлення знизився і не перевищує допустимого значення, то система залишається працювати в такому стані в подальшому. Якщо зміна величини додаткової індуктивності не дала бажаного ефекту, то у блоці 17 виробляється сигнал для обчислення додаткового резистора і подається до блока 19, де відбувається вибір першого ступеня додаткового резистора 5, вмикання якого знизить добротність фільтра та розширить його смугу пропускання. Після цього настає черговий інтервал часу, для подальшої перевірки ефективності фільтра. Якщо коефіцієнт гармонік продовжує перевищувати допустиме значення, тоді у блоці 19 відбувається вибір другого ступеня додаткового резистора 5, після чого фільтр забезпечить обмеження гармонік струму в мережі живлення. З метою обмеження втрат електричної енергії, час вмикання додаткового резистора 5 повинен обмежуватися. Досвід симулювання процесів керування фільтром показує, що нормально підібрана додаткова індуктивність 6 забезпечує ефективне обмеження гармонік струму в мережі живлення до допустимих значень, а вмикання додаткового резистора 5 вимагається не часто.

Система керування пасивним переналагоджувальним фільтром гармонік струму призначена для обмеження гармонік струму в електричних мережах однофазних нелінійних споживачів і здійснює автоматично переналагоджування параметрів регульованої індуктивності та регульованого резистора фільтра гармонік струму безпосередньо під дією напруги на часовому інтервалі від двох до п'яти секунд, при цьому інтервал переналагоджування встановлюється залежно від режиму роботи споживача.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система керування переналагоджувальним фільтром гармонік струму, що містить фільтр вищих гармонік струму у вигляді послідовно сполученого конденсатора і регульованого реактора, виконаного у вигляді магнітозв'язаних основної й додаткової обмоток, розміщених на магнітопроводі з повітряною щілиною, та вимірювальний орган напруги живлення, яка відрізняється тим, що вона додатково містить джерело напруги живлення, нелінійне навантаження, вимірювальні органи напруги конденсатора і реактора фільтра, блоки перетворення і аналізу напруг джерел живлення, конденсатора і реактора фільтра, блок керування процесами вимірювання, блок визначення параметрів фільтра, блок перевірки умов зміни параметрів фільтра, блоки вибору додаткової індуктивності та резистора, блок обчислення значень додаткової індуктивності та резистора, блок керування фільтром, при чому до виходу джерела напруги живлення приєднано вхід нелінійного навантаження, паралельно до якого увімкнений пасивний переналагоджувальний фільтр гармонік струму у вигляді послідовно сполучених конденсатора і основної обмотки реактора, яка магнітозв'язана з додатковою обмоткою, до виходів якої приєднані послідовно сполучені регульований резистор і регульована індуктивність, керуючий вхід регульованої індуктивності приєднаний до виходу блока вибору значення регульованої індуктивності, вхід якого з'єднаний з першим виходом блока визначення параметрів регульованої індуктивності і регульованого резистора, другий вихід якого приєднаний до входу блока вибору значення регульованого резистора, вихід якого приєднаний до керуючого входу регульованого резистора, до входу блока визначення параметрів індуктивності та резистора приєднаний вихід блока перевірки умов зміни параметрів фільтра,

перший вхід якого приєднаний до другого виходу блока перетворення і аналізу напруги живлення, другий вихід якого приєднаний до входу блока керування фільтром, перший вихід якого приєднаний до входу блока керування процесами вимірювання, перший вихід якого приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги живлення, до першого входу якого приєднаний вихід вимірювального органу напруги джерела живлення, який увімкнений паралельно до джерела напруги живлення, другий вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра, перший вихід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги конденсатора, який приєднаний паралельно до конденсатора, фільтра, третій вихід блока керування процесами вимірювання приєднаний до другого входу блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра, перший вхід якого приєднаний до виходу вимірювального органу напруги реактора фільтра, який увімкнено паралельно до основної обмотки реактора фільтра, вихід блока перетворення і аналізу напруги конденсатора фільтра приєднаний до другого входу блока визначення параметрів фільтра, до першого входу якого приєднаний другий вихід блока керування фільтром, а до третього входу якого приєднаний параметрів фільтра приєднаний вихід блока перетворення і аналізу напруги реактора фільтра, вихід блока визначення параметрів фільтра приєднаний до другого входу блока перевірки умов зміни параметрів фільтра.



Комп'ютерна верстка О. Рябо

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