



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118408** (13) **C2**
(51) МПК

E01C 23/01 (2006.01)

G01V 3/12 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

G01R 29/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2017 05444**

(22) Дата подання заявки: **02.06.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.01.2019**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **10.01.2018, Бюл.№ 1**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.01.2019, Бюл.№ 1**

(72) Винахідник(и):

**Батраков Дмитро Олегович (UA),
Батракова Анжеліка Геннадіївна (UA)**

(73) Власник(и):

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ,**

вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002
(UA),

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н. КАРАЗІНА,**

пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022 (UA),

Батракова Анжеліка Геннадіївна,
вул. Академіка Ляпунова, 16, кв. 54, м.

Харків-166, 61166 (UA),

Батраков Дмитро Олегович,

вул. Академіка Ляпунова, 16, кв. 54, м.
Харків-166, 61166 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

US 5384715 A, 24.01.1995

US 5835053 A, 10.11.1998

US 2013120182 A1, 16.05.2013

CN 102691251 A, 26.09.2012

CN 103669184 B, 09.12.2015

US 2014022117 A1, 23.01.2014

CN 103790099 B, 23.03.2016

CN 106337354 A, 18.01.2017

(54) СПОСІБ КАЛІБРУВАННЯ ТА ВИДАЛЕННЯ ПАРАЗИТНИХ ВІДБИТТІВ ПРИ НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ ВЕРХНЬОГО ШАРУ АСФАЛЬТОБЕТОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОРАДАРА

(57) Реферат:

Винахід належить до неруйнівного контролю при будівництві та експлуатації автомобільних доріг і дистанційного зондування. Спосіб калібрування та видалення паразитних відбиттів при неруйнівному контролі верхнього шару асфальтобетону за допомогою георадара включає вимірювання двох сигналів: сигналу прямого проходження та сигналу, що відбитий від металевго листа; потім вимірюється сигнал, що відбитий від металевго листа, який укладено безпосередньо на поверхню асфальтобетонного покриття; після чого проводиться запис сигналів під час руху лабораторії. Після збереження даних на комп'ютері проводиться їх обробка, яка відрізняється тим, що сигнал прямого проходження вираховується з усіх інших сигналів, потім знаходиться різниця між сигналами, що відбиті від металевго листа в двох вищезгаданих випадках, внаслідок чого отримується сигнал, який відповідає сигналу, що відбитий від автомобіля та системи кріплення. Далі цей сигнал вираховується від сигналів, що отримані при відбитті від металевго листа у випадку розташування цього листа на поверхні

UA 118408 C2

покриття, та від сигналів, що відбиті від дорожнього одягу під час руху лабораторії, внаслідок чого отримують зондувальний імпульс та сигнали, що відбиті тільки від покриття. Технічний результат: завдяки калібруванню та видаленню паразитних відбиттів від автомобіля-лабораторії при неруйнівному контролі асфальтобетону за допомогою георадара надається можливість розміщення георадара безпосередньо біля автомобіля та підвищується якість обробки та надійність отриманих результатів.

Винахід належить до галузі експлуатації автомобільних доріг з одягами нежорсткого типу і може бути використана для підвищення якості оцінки поточного стану доріг з асфальтобетонним покриттям під час будівництва та експлуатації.

5 Георадари, що випромінюють та приймають над широкосмугові імпульсні сигнали широко застосовуються в дорожній галузі для оцінки поточного стану асфальтобетонного покриття автомобільних доріг загального користування, визначення товщини шарів покриття та оцінки властивостей матеріалів.

Відомий спосіб контролю якості покриття та основи (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР, СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ И АЭРОДРОМНЫЕ, ДЕГТЕБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ, АСФАЛЬТОБЕТОН И ДЕГТЕБЕТОН МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. ГОСТ 12801-84, Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 23 февраля 1984 г. № 16 срок введения установлен с 01.01.85), який передбачає проведення вирубку з покриття (основи) зразків-вирубків прямокутної форми або висвердлення циліндричних кернів. Вирубку виробляють пневмомолотком, а циліндричні керни висвердлюють на всю товщину покриття (верхній і нижній шар разом) за допомогою причіпної або самохідної бурової установки (наприклад, ІЕ-180) і розділяють шари в лабораторії. Розміри вирубок і кількість висвердлених кернів встановлюють залежно від виду асфальтобетону (дьогтебетону) за максимальним розміром зерен і необхідної для випробувань кількості зразків. Діаметр кернів D повинен бути: при відборі проб з піщаного асфальтобетону (дьогтебетону) не менше 50 мм, з дрібнозернистого - не менше 70 мм і з крупнозернистого - не менше 100 мм. Недоліками такого способу є необхідність буріння асфальтобетонного покриття, що пошкоджує дорожній одяг, неможливість проведення відбору кернів при русі лабораторії та висока собівартість робіт.

Відомий метод визначення деформативних властивостей та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього одягу, влаштованих на етапі будівництва або ремонту, методом неруйнівної діагностики (Новаковський Д.М. Визначення товщини та модуля Юнга асфальтобетонних шарів дорожнього одягу методом неруйнівної діагностики / Д.М. Новаковський, І.В. Кіяшко. // Автошляховик України, науково-виробничий журнал № 3 (215) травень - червень 2010 р., - С. 40-43) полягає в застосуванні розробленої авторами методики визначення товщини та модуля Юнга асфальтобетонних шарів дорожнього одягу за аналізом параметрів розповсюдження поверхневих хвиль, що виникають під дією тестового імпульсного навантаження. Недоліками такого методу є: неможливість проведення вимірювань при русі лабораторії; можливість визначення властивостей шарів асфальтобетонного покриття лише на етапі будівництва або ремонту та неможливість визначення товщини та модуля Юнга шарів асфальтобетонного покриття, яке вже деякий термін знаходиться в експлуатації; велика собівартість проведення досліджень, оскільки для проведення контролю потрібні як створення змінних в часі значних навантажень так і реєстрація поверхневих хвиль Релея на різних відстанях від центра навантаження за допомогою набору датчиків.

Близьким до способу, що заявляється, є метод одночасного визначення товщини шарів та діелектричної проникності матеріалів шарів (Батраков Д.О. Определение толщин слоев дорожной одежды методом георадиолокационного зондирования / Д.О. Батраков, А.Г. Батракова, Д.В. Головин, О.В. Кравченко, Г.П. Почанин // Физические Основы Приборостроения, 2014, Том 3, № 2, с. 46-57; Pochanin, G.P.; Masalov, S.A.; Ruban, V.P.; Kholod, P.V.; Batrakov, D.O.; Batrakova, A.G.; Urdzik, S.N.; Pochanin, O.G., Advances in Short Range Distance and Permittivity Ground Penetrating Radar Measurements for Road Surface Surveying, in: Advanced Ultrawideband Radar: Signals, Targets and Applications. CRC Press-Taylor & Francis Group, London, 2016. 20-65. ISBN 9781466586574-CAT# K20299), який передбачає фіксацію сигналу прямого проходження (тобто сигналу, який безпосередньо потрапляє до прийомної антени, не зазнаючи відбиттів від неоднорідностей) для подальшого вирахування його з усіх інших сигналів, реєстрацію сигналу, що відбито від листа металу та запису сигналів від досліджуваної ділянки автомобільної дороги, вирахування з усіх сигналів сигналу прямого проходження та подальшого пошарового обчислення значень діелектричної проникності та товщини шарів на підставі формул Френеля згідно запропонованому алгоритму. Недоліком запропонованого методу є неможливість достовірного обчислення товщини шарів та значень діелектричної проникності при встановленні георадара на автомобільну лабораторію завдяки відбиттю зонduючого імпульсного сигналу від автомобіля.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, вибраний як прототип, є Патент США ("SYSTEM IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF SUBSURFACE RADAR SIGNALS" Inventor: Robert L. Lytton, Bryan, Tex., Patent Number: 5,384,715; Date of Patent: Jan. 24, 1995.), який полягає в тому, що: на першому етапі випромінюючо-приймальну антену систему радіолокатора підповерхневого зондування розміщують над поверхнею дорожнього одягу в напрямку до неба

(тобто таким чином, щоб до приймальної антени не надходили сигнали, які відбиті від навколишніх предметів); на другому етапі проводять запис в комп'ютер радіоімпульсу, який за таких умов відповідає власним шумам передавальної системи (генератора та антени), таким чином проводячи процес калібрування; на третьому етапі розміщують великий металевий лист на поверхні дорожнього покриття, яке буде досліджуватися, та розміщують передавальну антену таким чином, щоб випромінювання відбувалося в напрямку металевого листа, а приймальну антену орієнтують на прийом відбитого сигналу і реєструють відбитий сигнал; на четвертому етапі за допомогою комп'ютерних програм вираховують сигнал прямого проходження, що був зареєстрований на другому етапі із сигналу, що відбитий від металевого листа і зареєстрований на четвертому етапі. На цьому закінчується етап калібрування і починається етап вимірювання. Недоліком такого способу є неможливість врахування відбиття від автомобіля лабораторії і, як наслідок, необхідність розміщення георадара на спеціальних кріпленнях на максимально можливій відстані від автомобіля-лабораторії, що призводить під час руху до суттєвого зростання амплітуди відхилення антенного блока георадара від середнього значення та істотно зменшує точність відновлення параметрів покриття.

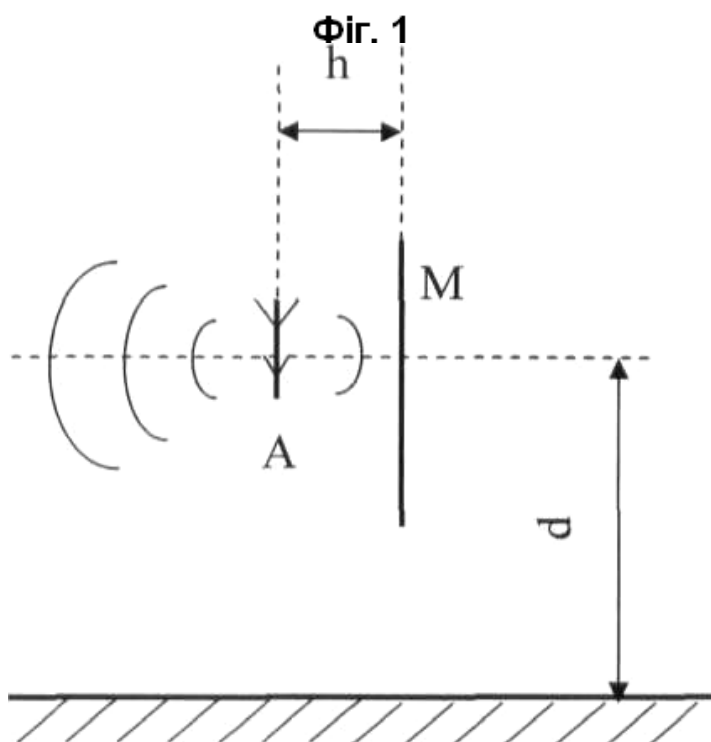
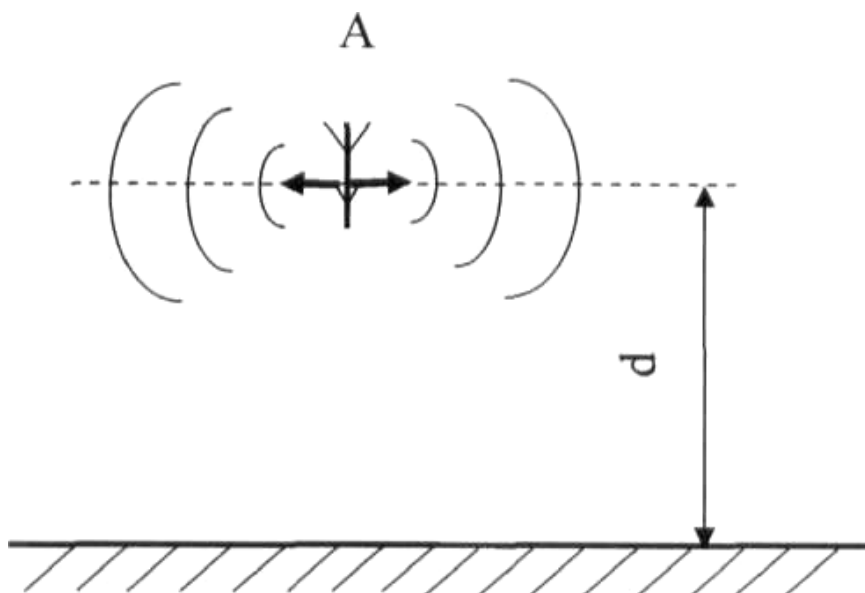
В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб обробки даних георадарного зондування за рахунок калібрування та видалення паразитних відбиттів при зондуванні верхнього шару асфальтобетону шляхом попереднього розміщення блоку приймально-передавальних антен згідно з фіг. 1 таким чином, щоб за період розгортки до приймальної антени не надходили сигнали від найближчих неоднорідностей, (для розгортки 10 не. ця відстань становить $d=1,5$ м, фіг. 1) та вимірювання двох сигналів: сигналу прямого проходження (сигнал S_1 на фіг. 3) та сигналу (сигнал S_2 на фіг. 3), який відбитий від металевого листа M (фіг. 2), що розташований навпроти антени таким чином, щоб відстань між антеною та металевим листом дорівнювала висоті розташування антенного блока георадара під час проведення обстеження конструкції дорожнього одягу h (фіг. 4); після чого георадар розміщується на автомобілі та проводиться попереднє вимірювання сигналу, що відбито від металевого листа, який укладено безпосередньо на поверхню асфальтобетонного покриття (сигнал S_3 на фіг. 5), після чого металевий лист видаляється з поверхні покриття і проводиться запис даних під час руху лабораторії (приклад одного з отриманих сигналів S_4 показано на фіг. 5); далі, після збереження даних на комп'ютері, проводиться їх обробка, згідно якої сигнал S_1 вираховується з сигналів S_2 , S_3 , S_4 , внаслідок чого отримуються сигнали S_2 , S_3 , S_4 , а потім сигнал S_2 вираховується з сигналу S_3 , внаслідок чого отримуємо сигнал S_{23} , який відповідає сигналу, що відбитий від автомобіля та системи кріплення; далі цей сигнал вираховується від сигналів S_3 , S_4 , внаслідок чого отримуємо два сигнали, що відповідають зондувальному імпульсу (сигнал A_0 на фіг. 6) та відбитому від покриття імпульсу (сигнал R_1 на фіг. 6); далі проводиться обробка цих сигналів згідно з методом, що запропоновано в (Батраков Д.О. Определение толщин слоев дорожной одежды методом георадиолокационного зондирования / Д.О. Батраков, А.Г. Батракова, Д.В. Головин, О.В. Кравченко, Г.П. Почанин // Физические Основы Приборостроения, 2014, Том 3, № 2, - С. 46-57).

Таким чином, завдяки калібруванню та видаленню паразитних відбиттів від автомобіля-лабораторії при неруйнівному контролі асфальтобетону за допомогою георадара надається можливість розміщення георадара безпосередньо біля автомобіля та підвищується якість обробки та надійність отриманих результатів.

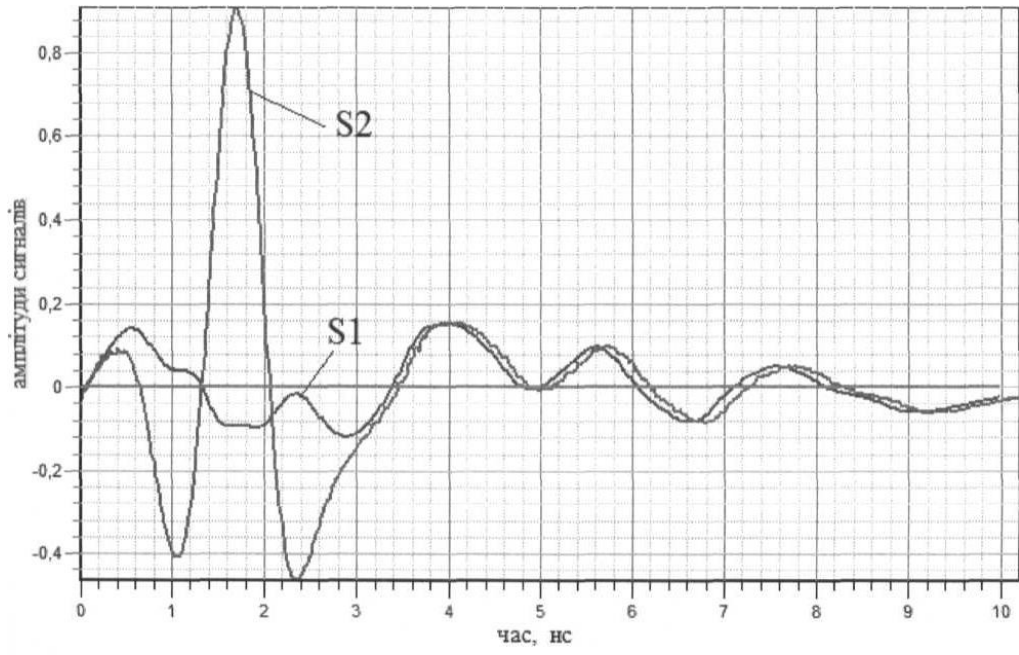
45 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб калібрування та видалення паразитних відбиттів при неруйнівному контролі верхнього шару асфальтобетону за допомогою георадара, що містить блок приймально-передавальних антен, попередньо розміщених таким чином, щоб за період розгортки до приймальної антени не надходили сигнали від найближчих неоднорідностей, який **відрізняється** тим, що проводять вимірювання двох сигналів: сигналу прямого проходження та сигналу, який відбитий від металевого листа, який розташований навпроти антени таким чином, щоб відстань між антеною та металевим листом дорівнювала висоті розташування антенного блока георадара під час проведення обстеження конструкції дорожнього одягу; після чого георадар розміщується на автомобілі та проводиться попереднє вимірювання сигналу, що відбитий від металевого листа, який укладено безпосередньо на поверхню асфальтобетонного покриття, після чого металевий лист видаляють з поверхні покриття і проводять запис даних під час руху лабораторії, після збереження даних на комп'ютері проводять їх обробку, причому сигнал прямого проходження

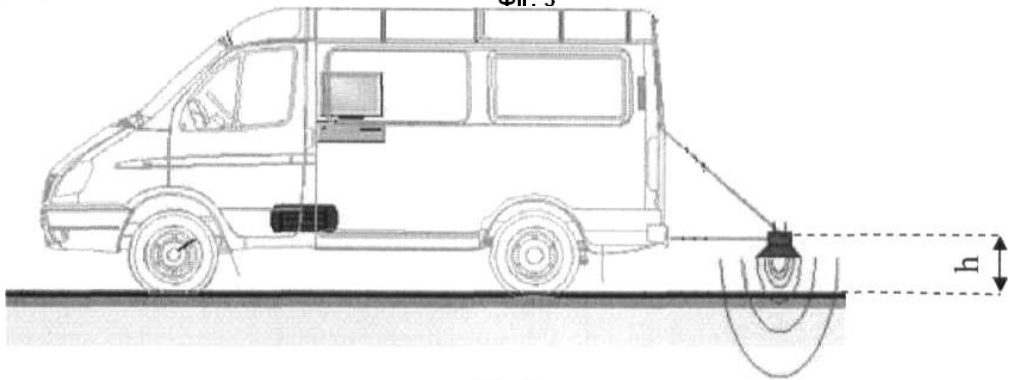
5 вираховують з усіх інших сигналів, а потім знаходять різницю між сигналами, що відбиті від металевого листа в двох вищезгаданих випадках, внаслідок чого отримують сигнал, який відповідає сигналу, що відбитий від автомобіля та системи кріплення; далі цей сигнал вираховують від сигналів, що отримані при відбитті від металевого листа у випадку розташування цього листа на поверхні покриття та від сигналів, які відбиті від дорожнього одягу під час контролю, внаслідок чого отримуємо сигнали, що відповідають зондувальному імпульсу та сигналам, що відбиті тільки від покриття, а далі проводять обробку цих сигналів згідно з відомим алгоритмом.



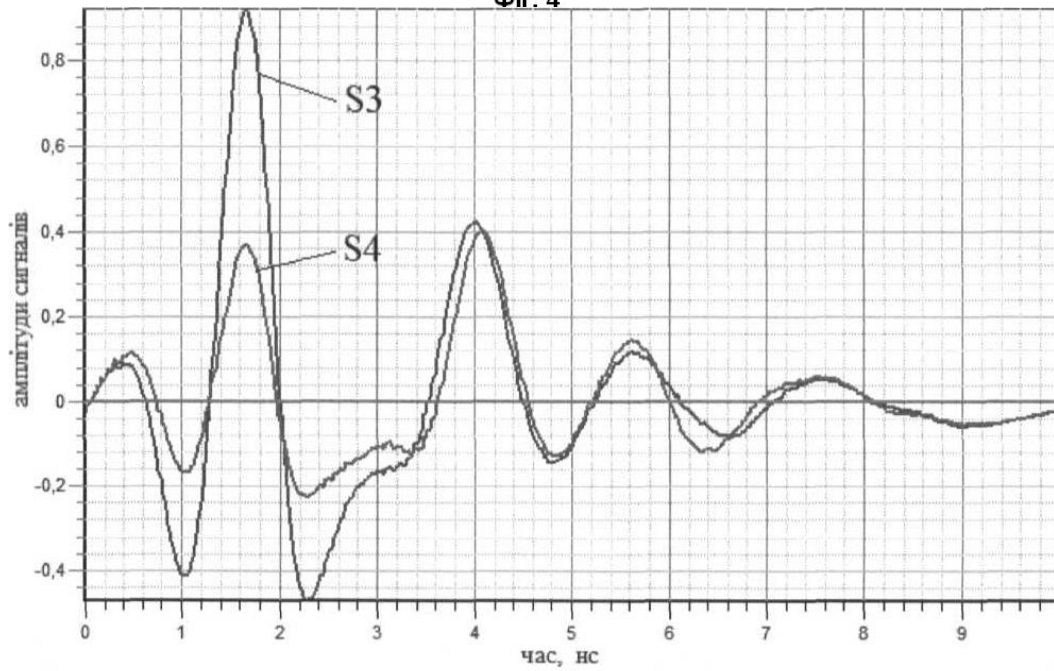
Фіг. 2



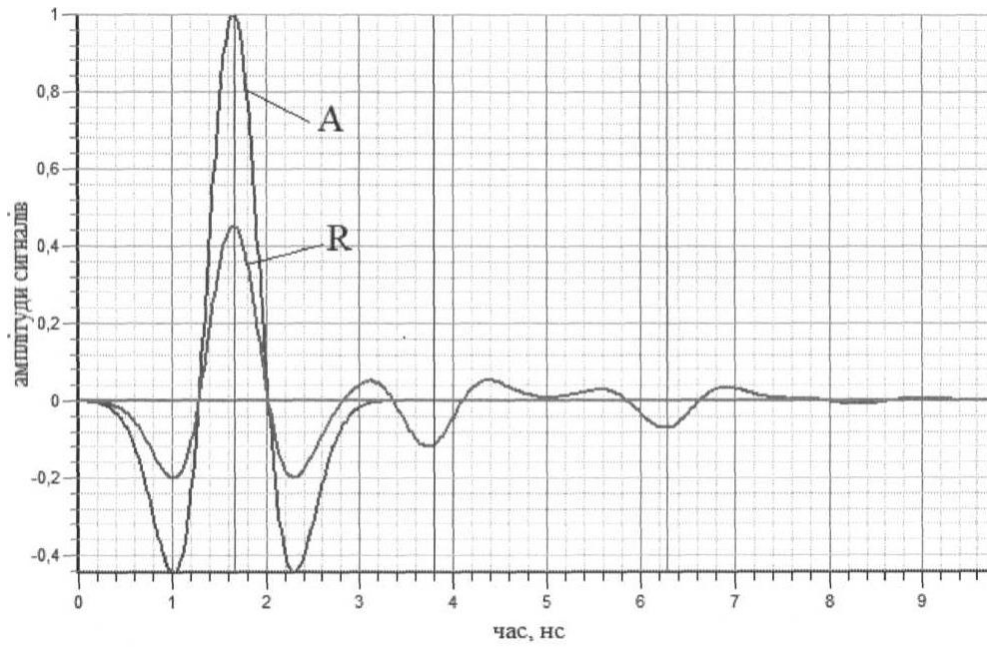
Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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