

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0220U101136

**Державний реєстраційний номер:** 0117U004862

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 03-02-2020

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 3

**Назва етапу:** Чисельні алгоритми та методики вилучення корисної інформації з НШС імпульсних сигналів на основі нових моделей та методів.

**Початок етапу:** 01.2019

**Закінчення етапу:** 12.2019

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

**Код за ЄДРПОУ:** 02071205

**Місцезнаходження:** майдан Свободи, 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380577051247

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Міністерство освіти і науки України

**Код за ЄДРПОУ:** 38621185

**Місцезнаходження:** просп. Перемоги, 10, м. Київ, Київська обл., 01135, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380444813221

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 2201020

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 908.807 |
|----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Методи аналізу і діагностики плоскошаруватих середовищ з неоднорідностями та оптимального синтезу обладнання для неруйнівного контролю стану складних об'єктів

### **Назва роботи англійською:**

Methods of analysis and diagnostics plane-layered media with inhomogeneities and optimal synthesis equipment for non-destructive control of complex objects

### **Реферат українською:**

Об'єкт дослідження – імпульсні хвилі різної природи з різним поляризаційним станом, в процесі взаємодії з плоскошаруватими середовищами з лінійними неоднорідностями (тріщини, судини, поглинаючі включення тощо). У результаті виконання НДР: – створені нові фізико-математичні моделі середовищ з неоднорідностями з метою їх подальшого використання для вдосконалення характеристик вимірювальних приладів; – фундаментальні теоретичні моделі розповсюдження електромагнітних хвиль доповнені на випадок шаруватих середовищ з неоднорідностями за умови наявності електрично-тонких шарів; – в завданнях проекту в частині розвитку методів розв'язання прямих задач дифракції та розповсюдження електромагнітних хвиль новими є результати стосовно врахування поляризаційного стану зондувальних сигналів в штучних (промислові та транспортні споруди) та природних (біологічні тканини) середовищах; – авторами розроблено захищені патентами технології обробки імпульсних сигналів та інтерпретації даних зондування й неруйнівного контролю складних неоднорідних об'єктів із вкрапленнями; – авторами проведено експериментальні дослідження можливостей використання запропонованих обчислювальних алгоритмів та отриманих результатів для пошуку та ідентифікації підповерхневих об'єктів, та запропоновано практичні методики. Результати НДР свідчать про актуальність обраного підходу, вони можуть скласти основу для подальшого розвитку методів та засобів неруйнівного контролю і мають бути розвинуті у наступних НДР.

### **Реферат англійською:**

Object of research – impulse waves of different nature with different polarization state, in the process of interaction with planar media with linear inhomogeneities (cracks, vessels, absorbing inclusions, etc.). As a result of the research are: – created new physical-mathematical models of media with inhomogeneities for their further use to improve the characteristics of measuring devices; – fundamental theoretical models of electromagnetic wave propagation are supplemented in the case of layered media with inhomogeneities if electrically thin layers are present; – the results of considering the polarization state of the probing signals in artificial (industrial and transport structures) and natural (biological) media are new in the project's tasks in terms of developing methods for solving direct diffraction problems and propagation of electromagnetic waves; – the authors have developed patented technologies for the processing of impulse signals and interpretation of sounding data and non-destructive control of complex inhomogeneous objects with inclusions; – the authors conducted experimental studies of the possibilities of using the proposed computational algorithms and the obtained results for the search and identification of subsurface objects, and offered practical recommendations. The results of the R&D report indicates the relevance of the approach chosen, they can form the basis for the further development of methods and means of non-destructive testing and should be developed in subsequent projects.

**Індекс УДК:** 519.22, 537.87:621,371 537.86; 519.22

**Коди тематичних рубрик:** 27.43.17

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**Батраков Дмитрій Олегович

**Науковий ступінь:**

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Фізико-математичні моделі обробки імпульсних сигналів для завдань контролю плоскошаруватих середовищ із вкрапленнями

**Назва НТП англійською:** Physical and mathematical models of impulse signal processing for problems of control of layered media with inclusions.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** 72.19 – Дослідження та розробки в галузі природничих та технічних наук

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Нові та удосконалені методи та алгоритми вилучення інформації про фізико – геометричні властивості плоскошаруватих об'єктів із вкрапленнями. Об'єкт дослідження – імпульсні хвилі різної природи з різним поляризаційним станом в процесі взаємодії з плоскошаруватими середовищами з лінійними неоднорідностями (тріщини, судини, поглинаючі включення тощо). Практичне значення даної НДР полягає в тому, що отримані результати є основою для розробки та вдосконалення характеристик вимірювальних приладів, та можуть використовуватись для контролю якості покриттів автомобільних доріг і мостів та міцності конструкцій, що, в свою чергу, дозволить значно подовжити строк служби останніх. Створено нові електрофізичні моделі дистанційного зондування та практичні методики відновлення геометричних та електрофізичних параметрів плоскошаруватих середовищ, які спираються на сучасні досягнення теорії, георадарних технологій та можливості сучасних комп'ютерів. За допомогою цих моделей удосконалено практичні методики обробки інформації та результатів георадарного сканування для підвищення ефективності процесів неруйнівної діагностики плоскошаруватих композиційних матеріалів, транспортних споруд та будівельних конструкцій. Також результати дослідження віртуального коригування властивостей надширококутових імпульсних зондуючих сигналів мають скласти основу для підвищення надійності результатів обробки і підвищенні точності відновлення властивостей об'єктів при вирішенні завдань товщинометрії та підвищення надійності виявлення розшарування в плоскошаруватих середовищах. Головною галуззю практичного використання отриманих результатів може служити неруйнівний контроль транспортних споруд (автомобільних доріг та мостів), будівельних споруд та технічних об'єктів підвищеної безпеки, а також біомедицина та маскування спецтехніки. Новий підхід до створення антенних систем (патенти України на винахід – Пат. №113916 (2017) – винахід та Пат. 118409 (2019) – винахід) дозволяє проведення діагностики

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Підвищення автоматизації виробничих процесів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2019

**Закінчення етапу:** 12.2019

**Споживачі продукції:** Установи та організації України

**Перспективні ринки:** Україна, Білорусь

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## **ІХ. Бібліографічний опис**

1. Батраков Д. О. Обнаружение цилиндрической неоднородности в плоско-слоистой среде. / Батраков Д. О., Антюфеева М. С., Хе Илунь, Батракова А.Г., Чень Дунбо // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Радіофізика та електроніка». – 2017. Вип. 27. – с. 17-23.  
<https://periodicals.karazin.ua/radiophysics/article/view/11394>
2. Батраков Д. О. Об одном алгоритме восстановления структуры плоскостойких сред для технических и биологических приложений. / Д. О. Батраков, М. С. Антюфеева, Чень Дунбо, А.И. Антюфеев, Хе Илунь, Ю. В. Аркуша. // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Радіофізика та електроніка». – 2017. Вип. 27. – с. 24-30.  
<https://periodicals.karazin.ua/radiophysics/article/view/11397>
3. Батраков Д.О. Дифракционная томография цилиндрической импедансной поверхности в частотной области / Батраков Д.О. // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Радіофізика та електроніка». – 2017 – Вип. 27. – с. 9-17.  
<https://periodicals.karazin.ua/radiophysics/article/view/11393>
4. Батраков Д.О. Радиотехнические методы решения задач неразрушающего контроля и дистанционного зондирования в частотной области / Батраков Д.О. // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. – Х. : ХНУ, 2018. – вип. 28. – С.8-15 (Серія: «Радіофізика та електроніка»)
5. Батраков, Д. О. Сравнительный анализ двух алгоритмов толщинометрии плоскостойких сред с помощью импульсных георадаров / Д. О. Батраков, У Дюн, К.С. Белошенко, М. С. Антюфеева, А.Г. Батракова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. – Х. : ХНУ, 2018. – вип. 28. – С.16-23. (Серія: «Радіофізика та електроніка»)
6. Batrakov D.O. Combined GPR data analysis technique for diagnostics of structures with thin near-surface layers / Dmitry Olegovich Batrakov, Angelika Gennadiyevna Batrakov, Mariya S. Antyufeyeva // Diagnostyka 2018;19(3):11–20 DOI: <https://doi.org/10.29354/diag/91489>.Diagnostyka
7. Batrakov A. G. Pavement deterioration model based on GPR datasets / Batrakov, Angelika G.; Batrakov, Dmitry O.; Antyufeyeva, Mariya S.. // Roads and Bridges (Drogi i Mosty) – 2018 –v. 17, n. 1, p. 55-71 doi:<http://dx.doi.org/10.7409/rabdim.018.004>. <http://www.rabdim.pl/index.php/rb/article/view/v17n1p55>
8. Antyufeyeva M. S. Comparative Study of the Goldfarb Iterative and the Genetic Algorithm Methods for Solving Inverse Problems / Mariya S. Antyufeyeva, Dmitry O. Batrakov, Angelika G. Batrakov, Alexandr V. Antyufeyev // 2018 IEEE 17th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory [MMET-2018]: Proceedings. – Kyiv, Ukraine, July 2-5, 2018. – P. 221-225. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8460316>
9. Batrakov D. O., Spectral Analysis of UWB Signals for Solving Problems of Plane-Layered Media Sensing / Dmitry O. Batrakov, Mariya S. Antyufeyeva, Angelika G. Batrakov, and Alexandr V. Antyufeyev // Proceedings of the 2018 9th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS-2018), 2018. – p. 102-105

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8520191>

10. Batrakov D. O., UWB Signal Processing for the Solving Inverse Scattering Problem of Plane-Layered Media/ Dmitry O. Batrakov, Mariya S. Antyufeyeva, Angelika G. Batrakova, and Alexandr V. Antyufeyev // Proceedings of the 2018 9th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS-2018), 2018. – p. 140-143 <https://ieeexplore.ieee.org/document/8520255>
11. Batrakov D. O. Comparative study of signal processing of two UWB GPR antenna units/ Dmitry O. Batrakov, Konstantin S. Beloshenko, Mariya S. Antyufeyeva, Angelika G. Batrakova, Sergey N. Urdzik // Proceeding of The Eighth World Congress “AVIATION IN THE XXI-st CENTURY – Safety in aviation and space technology” (ESMNT-2018) pp.6.2.6–6.2.10, <http://conference.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2018/paper/view/5416/4421>
12. Batrakov, D. Comparative study of signal processing of two UWB GPR antenna units. Batrakov, Dmitry & S. Beloshenko, K & S. Antyufeyeva, M & G. Batrakova, A & Urdzik, Sergey.). // Telecommunications and Radio Engineering – 2019 –v. 78, – p. 109-116. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i2.20
13. Batrakov D.O., Batrakova A.G., Antyufeyeva M.S. GPR and geodetic data application in the road industry. Part 1. Modern georadar technologies in road management. ISBN: 978-613-9-45779-3, printed by BoD GmbH, Norderstedt/ Germany, 2019, 170 P. <https://www.morebooks.de/store/gb/book/gpr-and-geodetic-data-application-in-the-road-industry-part-1/isbn/978-613-9-45779-3>
- Батраков Д. О. Інформаційні технології та обробка георадарних сигналів у системі моніторингу транспортних споруд. (Розділ 3. С. 66–108) У кн. Інформаційні технології та інженерія транспортних і промислових споруд. Колективна монографія під загальною редакцією проф.. Батракової А.Г., Харків, 2019, 244 с., Міністерство освіти і науки України, ХНАДУ, затверджено до видання Вченою Радою ХНАДУ, протокол №1, від 31. 05. 2019р. ISBN978-617-7771-45-5. ФОП Панов А. М.
- Batrakov D. O. GPR Signals Processing for the Road Pavements Monitoring with the Weak Contrast Layers/ Dmitry O. Batrakov, Mariya S. Antyufeyeva, Konstantin S. Beloshenko, Angelika G. Batrakova, Vladimir V. Troyanovsky. // Conference Paper, Proceedings of European Microwave Conference in Central Europe, May 13-15, 2019, Prague, Czech Republic, PP. 390-393. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8874716>
16. Batrakov D. O. UWB Signal Processing for the Road Pavements Assessment/ Dmitry O. Batrakov, Mariya S. Antyufeyeva, Angelika G. Batrakova, Vladimir V. Troyanovsky. Maryna O. Pilicheva // Conference Paper, Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) PP. 192-195. doi: 10.1109/UKRCON.2019.8879866
- Батракова А.Г. Моделирование и оценка состояния дорожных одежд со сквозными трещинами в покрытии / А.Г. Батракова, С.М. Урдзік, Д.О. Батраков // Вестник ХНАДУ: Сб. научн. тр. – 2019. – вып. 85. – С. 48-58\_ ISSN: 2219-5548 Index Copernicus
18. Батракова А.Г. Динамические и эконометрические модели прогнозирования состояния автомобильных дорог / А.Г. Батракова, С.М. Урдзік, Д.О. Батраков // Вестник ХНАДУ: Сб. научн. тр. – 2019. – вып. 85. – С. 59-65\_ ISSN: 2219-5548 Index Copernicus
1. Пат. 113916 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб виявлення підповерхневих тріщин у асфальтобетонному покритті дороги під час руху діагностичної лабораторії в транспортному потоці / Батраков Д.О., Урдзік С.М., Почанін Г.П., Батракова А. Г.; заявник та патентоутримувач Батраков Д.О., Урдзік С.М., Почанін Г.П., Батракова А. Г. – а201511191; заявл. 13.11.2015; опубл. 27.03.2017, Бюл. № 6/2017 (винахід) <http://base.ukrpatent.org/searchINV/search.php?action=search>
2. Пат. 121495 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб калібрування та видалення паразитних відбиттів при неруйнівному контролі верхнього шару асфальтобетону за допомогою георадара / Батраков Д.О., Батракова А. Г.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г. – u201705479; 02.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23/2017 (корисна модель) <http://base>.

3. Пат. 121483 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб виявлення та визначення напрямку у тому числі і підповерхневих тріщин в асфальтобетонному покритті / Батраков Д.О., Батракова А. Г., Почанін Г.П., Орленко О.А.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г., Почанін Г.П., Орленко О.А. – u201705440; заявл. 02.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23/20
4. Пат. 127804 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб підвищення надійності результатів оцінки товщини шарів дорожнього одягу за допомогою георадара / Батраков Д.О., Батракова А. Г., Білошенко К.С.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г., Білошенко К.С. – u201801661 заявл. 19.02.2018; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16/2018(корисна модель) <http://ba>
5. Пат. 118408 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб калібрування та видалення паразитних відбиттів при неруйнівному контролі верхнього шару асфальтобетону за допомогою георадара / Батраков Д.О., Батракова А. Г.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г. – a201705444; заявл. 02.06.2017; опубл. 10.01.2019, Бюл. № 1/2019 (винахід)
6. Пат. 118409. Спосіб виявлення та визначення напрямку у тому числі і підповерхневих тріщин в асфальтобетонному покритті / Батраков Д.О., Батракова А. Г., Почанін Г.П., Орленко О.А.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г., Почанін Г.П., Орленко О.А. – a201705456; заявл. 02.06.2017; опубл. 10.01.2019, Бюл. № 1/2019 (винахід)
7. Пат. 118736 Україна, (51) МПК E01C 23/00, G01R 29/08 (2006.01) Спосіб підвищення надійності результатів оцінки товщини шарів дорожнього одягу за допомогою георадара / Батраков Д.О., Батракова А. Г., Білошенко К.С.; заявник та патентоутримувач Харківський національний автомобільно-дорожній університет; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна; Батраков Д.О., Батракова А. Г., Білошенко К.С. a201801633 заявл. 19.02.2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 4/2019 (винахід)

## **Х. Заключні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Катрич Віктор Олександрович

### **Перелік осіб-виконавців**

Антюфеева Марія Станіславівна  
(к. ф.-м. н.)

Батракова Анжеліка Геннадіївна  
(д. т. н.)

Биков Віктор Миколайович  
(д. т. н., 05.12.17)

Білошенко Константин Сергійович  
(к. ф.-м. н.)

Вінніченко Сергій Олександрович

Грідіна Валентина Анатоліївна  
(к. ф.-м. н.)

Орленко Олександр Анатолійович

### **Відповідальний за підготовку облікових документів**

Майстренко Людмила Олексіївна

### **Телефон**

+38 (057) 707-55-23

### **Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

