# Облікова картка ДіР

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0221U105783

**Державний реєстраційний номер:** 0121U111617

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 30-08-2021

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Розвиток методів згладжування, статистичного оцінювання та прийняття оптимальних рішень в задачах групового переслідування.

**Початок етапу:** 05.2021

**Закінчення етапу:** 08.2021

**Вид звітного документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417176

**Місцезнаходження:** проспект Академіка Глушкова, буд. 40, м. Київ, 03187, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380445262008, 380445264178

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний фонд досліджень України

**Код за ЄДРПОУ:** 42734019

**Місцезнаходження:** вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442981622

## 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)

**Напрям фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

**7713 - кошти держбюджету**

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 2201300

| |
|---|
| **Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):** 2391.600 |

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Аналітичні методи та машинне навчання в теорії керування і прийнятті рішень за умов конфлікту та невизначеності

### Назва роботи англійською:

Analytical methods and machine learning in control theory and decision-making in conditions of conflict and uncertainty

### Реферат українською:

Об`єкт дослідження: Задачі оптимізації негладких неопуклих та розривних функцій за обмежень, марковськи поля з локальною взаємодією, конфліктно-керовані динамічні процеси. Мета роботи: 1. Вивчити структуру та поведінку критичних точок згладжених функцій та швидкість збіжності методу згладжування. 2. Дослідити асимптотичні властивості методу емпіричних середніх для неоднорідних дискретних просторових моделей. 3. Дослідити задачі групового переслідування на основі апарату розв'язуючих функцій. Результати та їх новизна: 1. Встановлено умови збіжності методу послідовного згладжування з ймовірністю одиниця на класі ліпшицевих функцій. Досліджено швидкість збіжності методу стохастичного згладжування у випадку оптимізації негладких опуклих функцій за опуклих обмежень. Розроблено методику розпізнавання обєктів як множин у метрічному просторі за допомогою метрики Хаусдорфа та Громова-Хаусдорфа. Доведено теорему про про скінчену збіжність процесу навчання класифікації за принципом найближчого сусіда у метрічному просторі у випадку неперетинання компактних класів. 2. Розроблено методи оцінки швидкості збіжності методу емпіричних середніх для дискретних моделей стохастичної оптимізації із залежними нестаціонарними спостереженнями. Методи оцінки грунтуються на теорії великих ухилень для стохастичних систем, для яких виконано умови слабкої залежності. Доведено експоненційну швидкість збіжності запропонованого методу для деяких моделей нелінійного та непараметричного регресійного аналізу за наявності залежних спостережень. 3. Розроблено методи управління для оптимізації взаємодії груп керованих об'єктів в умовах конфлікту з урахуванням різної інформованості учасників. Розглянуті різні за динамікою групи протидіючих сторін. На основі принципу поінтервальної декомпозиції досліджено задачі групового та почергового зближення. Апарат розповсюджено на системи з запізненням та дескрипторні системи.

### Реферат англійською:

Object of research: Problems of optimization of nonsmooth nonconvex and discontinuous functions under constraints, Markov fields with local interaction, conflict-controlled dynamic processes. Purpose: 1. To study the structure of critical points of smoothed functions and rate of convergence of the smoothing method. 2. To investigate asymptotic properties of the empirical means method for inhomogeneous discrete spatial models. 3. To investigate the group persecution problems on the basis of the solving functions apparatus. Results and novelty: 1. The a.s. convergence conditions of the sequential smoothing method on the class of Lipschitz functions are established. The convergence rate of this method in the case of nonsmooth convex functions under convex constraints is investigated. A method for recognizing objects as sets in a metric space using Hausdorff and Gromov-Hausdorff metrics has been developed. The finite convergence theorem of the learning for classification on the nearest neighbor principle for non-intersected compact classes in a metric space is proved. 2. Methods for estimating rate of convergence of the empirical means method for discrete stochastic optimization models with dependent nonstationary observations have been developed. The estimation methods are based on the theory of large deviations for stochastic systems for which the conditions of weak dependence are fulfilled. The exponential convergence rate of the proposed method for models of nonlinear and nonparametric regression in the presence of dependent observations is proved. 3. Methods have been developed to optimize the interaction of groups of

controled objects in conflict conditions, taking into account the different information awareness of the participants. Different dynamics groups of opposing parties are considered. Based on the interval decomposition principle, problems of group and alternate convergence are investigated. The technique is extended on delayed and descriptor systems.

**Індекс УДК:** 005;519.7;303.732, 681.51.011 , 681.51.011, 005;519.7;303.732, 681.51.011 005;519.7;303.732

**Коди тематичних рубрик:** 28.29, 28.19

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Норкін Володимир Іванович

**Науковий ступінь:** д.ф.-м.н.

**Вчене звання:** с.н.с.

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** НАУКОВИЙ ЗВІТ ПРО ПРОМІЖНІ РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ 2020.02/0121 за договором від 29.04.2021 № 46/01/0121 «Аналітичні методи та машинне навчання в теорії керування і прийнятті рішень за умов конфлікту та невизначеності». Етап 1: Розвиток методів згладжування, статистичного оцінювання та прийняття оптимальних рішень в задачах групового переслідування.

**Назва НТП англійською:** SCIENTIFIC REPORT ON INTERMEDIATE RESULTS OF PROJECT IMPLEMENTATION 2020.02 / 0121 under the agreement dated 29.04.2021 № 46/01/0121 "Analytical methods and machine learning in the theory of control and decision making in conditions of conflict and uncertainty". Stage 1: Development of methods of smoothing, statistical estimation and making optimal decisions in group pursuit tasks.

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Методи, теорії, Аналітичні матеріали

**Галузь застосування:** Інформаційно-комунікаційні технології

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Звіт про НДР: 144 с., 46 рис., 124 джерела. Об`єкт дослідження: Задачі оптимізації неопуклих негладких функцій за обмежень, марковськи поля з локальною взаємодією, конфліктно-керовані динамічні процеси. Мета: 1. Вивчити структуру та поведінку критичних точок згладжених функцій та швидкість збіжності методу згладжування. 2. Дослідити асимптотичні властивості методу емпіричних середніх для неоднорідних дискретних просторових моделей. 3. Дослідити задачі групового переслідування на основі апарату розв'язуючих функцій. Результати та їх новизна: 1. Встановлено умови збіжності методу послідовного згладжування з ймовірністю одиниця на класі ліпшицевих функцій. Досліджено швидкість збіжності методу стохастичного згладжування у випадку оптимізації негладких опуклих функцій за опуклих обмежень. Розроблено методику розпізнавання обєктів як множин у метрічному просторі за допомогою метрики Хаусдорфа та Громова-Хаусдорфа. Доведено теорему про про скінчену збіжність процесу навчання класифікації за принципом найближчого сусіда у метрічному просторі у випадку неперетинання компактних класів. 2. Розроблено методи оцінки швидкості збіжності методу емпіричних середніх для дискретних моделей стохастичної оптимізації із залежними нестаціонарними спостереженнями. Методи оцінки грунтуються на теорії великих ухилень для стохастичних систем, для яких виконано умови слабкої залежності. Доведено експоненційну швидкість збіжності запропонованого методу для деяких моделей нелінійного та непараметричного регресійного аналізу за наявності залежних спостережень. 3. Розроблено методи управління для оптимізації взаємодії груп керованих об'єктів в умовах конфлікту з урахуванням різної інформованості учасників. Розглянуті різні за динамікою групи протидіючих сторін. На основі принципу поінтервальної декомпозиції досліджено задачі групового та почергового зближення. Апарат розповсюджено на системи з запізненням та дескрипторні системи.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Отримані результати мають як теоретичне, так і прикладне значення при вирішенні важливих економічних, технічних, біологічних та багатьох інших проблем за умов ризику та невизначеності.

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 05.2021

**Закінчення етапу:**08.2021

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:** Україна

**Характер співробітництва з інвестором**

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

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

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обгрунтування:**

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

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## IX. Бібліографічний опис

1. Власенко Л.А., Руткас А.Г., Чикрій А.А. Стохастические дифференциальные игры в распределенных системах. Проблемы управления и информатики, 2021, №1, с. 41-54.

2. Chikrii A., Rutkas A., Vlasenko L. On Descriptor Control Impulsive Delay Systems that Arise in Lumped-Distributed Circuits, Book-chapter in “Advanced Control Systems: Theory and Applications”, Editors V.P. Kondratenko, V.M. Kuntsevich, A.A. Chikrii, V.F. Gubarev. River Publishers, 2021, pp. 3-19.

3. Петрик М.Р., Чикрий А.А., Мудрик И.Я. Методы моделирования и идентификации параметров неоднородных анормальных неврологических движений в многокомпонентных нейробиосистемах с когнитивными обратными связями. Проблемы управления и информатики», 2021, № 3, с. 18-33.

4. Knopov, P.S., Kasitskaya, E.J. Consistency and Properties of Large Deviations of Empirical Estimates in Stochastic Optimization Problems for Homogeneous Random Fields under Nonhomogeneous and Homogeneous Observations. Cybernetics and Systems Analysis, 2021, 57(1), p.16-29. https://doi.org/10.1007/s10559-021-00326-0

5.Knopov, P.S., Samosonok, O.S., Bila, G.D. A Model of Infectious Disease Spread with Hidden Carriers. Cybernetics and Systems Analysis. 2021, vol. 57(4), pp. 647-655. https://doi.org/10.1007/s10559-021-00390-3.

6.Кнопов П.С., Богданов О.В. Использование стохастической модели для прогнозирования длительных эпидемий. Проблемы управления и информатики, 2021, №3, с.50-58.

7. Norkin V.I. Stochastic generalized gradient methods for training nonconvex nonsmooth neural networks. Cybernetics and Systems Analysis, 2021, 57(5), pp. 54-71.

## X. Заключні відомості

**Керівник юридичної особи**

Сергієнко Іван Васильвич
д. ф.-м. н., 01.05.03, 01.05.03

**Перелік осіб-виконавців**

Богданов Олександр Вячеславович

Біла Галина Дмитрівна
(к. ф.-м. н., 01.05.01)

Гуро Дмитро Анатолійович

Дунаєвський Максим Сергійович

Кнопов Павло Соломонович
(д.ф.-м.н., 01.01.09)

Козирєв Антон Юрійович

Куршаков Михайло Дмитрович

Норкін Володимир Іванович
(д. ф.-м. н., 01.05.01)

Самосенок Олександр Сергійович
(к. ф.-м. н., 01.05.01)

Чикрій Аркадій Олексійович
(д.ф.-м.н., 01.05.01)

**Відповідальний за підготовку облікових документів**

Норкін Володимир Іванович

**Телефон**

+38 (099) 190-10-20

**Реєстратор**

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

