

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0222U002784

Державний реєстраційний номер: 0117U000989

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-02-2022

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Створення редокс-активних наноматеріалів з люмінесцентним детектуванням стану активності для біомедичних та технічних застосувань.

Початок етапу: 01.2017

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573410161, 380573404474

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

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): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 4118.948

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Створення редокс-активних наноматеріалів з люмінесцентним детектуванням стану активності для біомедичних та технічних застосувань.

Назва роботи англійською:

Creation of redox-active nanomaterials with luminescent detection of activity state for biomedical and industrial applications.

Реферат українською:

Вперше показано, що механізм антиоксидантної дії нанокристалічного діоксиду церію ($\text{CeO}_2\text{-x}$) пов'язаний з дифузією кисню у одновимірних вакансійних порах. Показано, що опромінення водних розчинів нанокристалів $\text{CeO}_2\text{-x}$ випромінюванням з довжинами хвиль, які відповідають поглинанню з перенесенням заряду ($\text{O}_2\text{-} \rightarrow \text{Ce}^{4+}$) після закінчення процесу розкладання АФК прискорює відновлення початкового співвідношення $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ (і, отже, антиоксидантної активності) нанокристалів $\text{CeO}_2\text{-x}$. Визначено здатність наночастинок втручатися в регуляцію редокс процесів у біосистемах та в залежності від концентрації чинити цитотоксичну дію. Охарактеризовані умови та концентрації НЧ за яких виявляється лише корегуючий або захисний ефект НЧ. Доведено, що ортованадатні зерно-подібні наночастинок виявляють найбільш значний антиоксидантний вплив у різних модельних системах, а на рівні організму поряд з низкою позитивних ефектів виявляють антивікову дію. Досліджено механізми цього впливу, що пов'язані з регуляцією окислювального балансу та обміну глутатіону старіючого організму. На моделі прискореного старіння щурів (надлишкове харчування у ранньому віці, що призводить до стійких гормональних та метаболічних порушень) показана здатність наночастинок ортованадатів гадолінію коригувати істотні порушення фізіологічних, біохімічних процесів і окисного балансу організму, що супроводжується зростанням подовженості та покращенням якості життя тварин. Створено лабораторну ділянку з виробництва редокс-активних наноматеріалів для біомедичного застосування. Встановлено вплив сильної екситон-фононої взаємодії на спектральні характеристики J-агрегатів, що утворені в різних типах полімерних плівок. Показано, що J-агрегати ціанінових барвників можуть бути використані як фотосенсибілізатори для сонячних елементів типу «комірки Гретцеля» через їх високі коефіцієнти екстинкції.

Реферат англійською:

It was shown for the first time that the mechanism of antioxidant action of nanocrystalline cerium dioxide ($\text{CeO}_2\text{-x}$) is associated with the diffusion of oxygen in one-dimensional vacancy pores. It is shown that irradiation of aqueous solutions of $\text{CeO}_2\text{-x}$ nanocrystals with radiation with wavelengths corresponding to charge transfer absorption ($\text{O}_2\text{-} \rightarrow \text{Ce}^{4+}$) after the end of the ROS decomposition process accelerates the restoration of the initial $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ ratio (and, consequently, antioxidant activity). The ability of nanoparticles to interfere with the regulation of redox processes in biosystems and, depending on the concentration, to have a cytotoxic effect was determined. Characteristic conditions and concentrations of nanoparticles under which only the corrective or protective effect of nanoparticles is revealed. It has been proved that orthovanadate grain-like nanoparticles have the most significant antioxidant effect in various model systems, and at the body level, along with a number of positive effects have anti-aging effects. The mechanisms of this effect related to the regulation of oxidative balance and glutathione metabolism of an aging organism have been studied. The model of accelerated aging of rats (overeating at an early age, which leads to persistent hormonal and metabolic disorders) shows the ability of nanoparticles of gadolinium orthovanadates to correct significant disturbances of physiological, biochemical processes and oxidative balance, accompanied by increased life expectancy and improved quality of life. A laboratory site for the production of redox-active nanomaterials for biomedical use has been established. The influence of strong exciton-phonon interaction on the spectral characteristics of J-aggregates formed in different

types of polymer films has been established. It is shown that cyanine dye J aggregates can be used as photosensitizers for Graetzel solar cells due to their high extinction coefficients.

Індекс УДК: 535.37, [539.1.074.3:535.376-022.532]

Коди тематичних рубрик: 29.31.23

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Семиноженко Володимир Петрович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, акад.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Сорокін Олександр Васильович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Звіт про науково-дослідну роботу «Створення редокс-активних наноматеріалів з люмінесцентним детектуванням стану активності для біомедичних та технічних застосувань». Лабораторний технологічний регламент.

Назва НТП англійською: The report on research work «Creation of redox-active nanomaterials with luminescent detection of activity state for biomedical and industrial applications». Laboratory technological regulation.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Звіт

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Звіт про науково-дослідну роботу, а також методи отримання редокс-активних наноматеріалів, у тому числі, гібридних органо/неорганічних матеріалів з механізмом люмінесцентного детектування редокс-динаміки та контрольованими функціональними характеристиками для біомедичних та технічних застосувань.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Наукові установи та комерційні компанії біомедичного профілю.

Перспективні ринки: Фармацевтична, зооветеринарна і агропромислова галузі.

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Розділи у збірниках наукових праць:

1. Polymer-Bound Supramolecular J-Aggregates: Optical Properties and Applications / A.V. Sorokin, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // Encyclopedia of Polymer Science and Technology. – John Wiley & Sons Inc., 2018. – P. 1–33.
2. Плазмонне підсилення екситонної люмінесценції молекулярних агрегатів металевими наночастинками / В.П. Семиноженко, М.В. Переверзев, О.В. Сорокін, Ю.В. Малюкін // Наука про матеріали: досягнення та перспективи. У 2-х т. Т. 1. – Київ: Академперіодика, 2018. – 652 с. (С. 374–392).
3. Mechanisms of anti-tumor effect of nanocomposites based on orthovanadates of rare earth metals / Goltsev A., Malyukin Y., Babenko N., Gaevska Y., Bondarovich N., Dubrava T., Kovalenko I., Klochkov V. // In: Fesenko O., Yatsenko L. (eds) Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications. Springer Proceedings in Physics, vol. 247. Springer, Cham. – 410 p. (P. 3 – 21).

Статті:

1. The role of serum proteins in the stabilization of colloidal $\text{LnVO}_4\text{:Eu}^{3+}$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Gd}, \text{Y}$) and CeO_2 nanoparticles / N. Kavok, G. Grygorova, V. Klochkov, S. Yefimova // Colloids and Surfaces A. – 2017. – V. 529. – P. 594–599.
2. Oscillations of Cerium Oxidation State Driven by Oxygen Diffusion in Colloidal Nanoceria (CeO_{2-x}) / Yu.Malyukin, V. Klochkov, P. Maksimchuk, V. Seminko, N. Spivak // Nanoscale Research Letters – 2017. – V. 12. – P. 566.
3. Nanotechniques Inactivate Cancer Stem Cells / A.N. Goltsev, N.N. Babenko, Y.A. Gaevskaya, N.A. Bondarovich, T.G. Dubrava, M.V. Ostankov, O.V. Chelombitko, Yu.V. Malyukin, V.K. Klochkov, N.S. Kavok // Nanoscale Research Letters – 2017. – V. 12. – P. 415.
4. Влияние наночастиц на основе редкоземельных элементов на осмотическую адаптацию эритроцитов / О.К. Пакулова, В.К. Клочков, Н.С. Кавок, И.А. Костина, А.С. Сопотова, В.А. Бондаренко // Біофізичний вісник – 2017. – Т. 37, № 1 – С. 42–50.
5. Вплив наночастинок $\text{GdYVO}_4\text{:Eu}^{3+}$ на функціональну активність трансформованих і нормальних стовбурових клітин / А.М. Гольцев, Н.М. Бабенко, Ю.О. Гаєвська, Т.Г. Дубрава, М.В. Останков, М.О. Бондарович, О.В. Челомбітько, Ю.В. Малюкін, В.К. Клочков, Н.С. Кавок // Інтегративна антропологія. – 2017. – №1. – С.77.
6. Functional Activity of Ehrlich Ascites Carcinoma Cells after Treatment with Hybrid Nanocomplexes, Containing Orthovanadates of Rare Earth Elements, Cholesterol and Luminescent Dye / A.N. Goltsev, N.A. Babenko, Y.A. Gaevskaya, O.V. Chelombitko, N.A. Bondarovich, T.G. Dubrava, M.V. Ostankov, V.K. Klochkov, N.S. Kavok, Yu.V. Malyukin // International Journal of Physiology and Pathophysiology. – 2017. – V.8. – P. 13–23.
7. Resonance absorption and fluorescence of abi-chromatic electromagnetic field by the molecule coupled to a quantum molecular aggregate / A.A. Zvyagin, I.Yu. Ropakova // Europhysics Letters. – 2017. – V. 117, №. 4. – P. 47005.
8. Defect and intrinsic luminescence of CeO_2 nanocrystals / V. Seminko, P. Maksimchuk, I. Bespalova, A. Masalov, O. Viagin, E. Okrushko, N. Kononets, Yu. Malyukin // Physica Status Solidi (b). – 2017. – V. 254. – P. 1600488.
9. Модификация люминесцентных характеристик молекулы, взаимодействующей с экситонными состояниями J-агрегата / И.Ю. Ропаклова, А.В. Сорокин, А.А. Звягин, Ю.В. Малюкин // Физика низких температур. – 2017. – Т. 43, №. 3. – С. 513–519.
10. Optical characteristics of the nanoparticle coupled to a quantum molecular aggregate / I.Yu.Ropakova, A.A. Zvyagin // Физика низких температур. – 2017. – Т. 43, №. 11. – С. 1594–1599.
11. Using cyanine dye J-aggregates as luminescence probe for nanostructured media / A.V. Sorokin, I.Yu. Ropakova, I.A. Borovoy, I.I. Bespalova, S.L. Yefimova // Funct. Mater. – 2017. – V.24, №. 3– P.388–392.

12. Hydrogen peroxide sensing using Ce³⁺ luminescence of cerium oxide (CeO_{2-x}) nanoparticles / Yu.Malyukin, V. Seminko, P.Maksimchuk, E. Okrushko, O.Sedyh, Yu.Zorenko // Optical Materials. – 2018. – Vol. 85. – P. 303-307.
13. Limitations of Self-Regenerative Antioxidant Ability of Nanoceria Imposed by Oxygen Diffusion / Yu.Malyukin, P.Maksimchuk, V. Seminko, E.Okrushko, N.Spivak // The Journal of Physical Chemistry C. – 2018. – Vol. 122. – №.28. – P. 16406–16411.
14. Strong Difference between Optical Properties and Morphologies for J-Aggregates of Similar Cyanine Dyes / A.V. Sorokin, I.Yu. Ropakova, R.S. Grynyov, M.M. Vilkisky, V.M. Liakh, I.A. Borovoy, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // Dyes and Pigments. – 2018. – Vol. 152. – P. 49–53.
15. Особенности поглощения света низкоразмерным неупорядоченным молекулярным агрегатом / И.Ю. Ропакова, А.А. Звягин // Физика низких температур. – 2018. – Т. 44, №. 1. – С. 86–90.
16. Influence of Pseudoisocyanine J-Aggregate Agglomeration on the Optical Properties / A.V. Sorokin, I.Yu. Ropakova, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // Functional Materials. – 2018. – Vol. 25. – №. 1. – P. 88-92.
17. Peculiarities of Excitonic Energy Transfer at the Distance Variation Between J-aggregates and Exciton Traps / A.V. Sorokin, I.Yu. Ropakova, I.A. Borovoy, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // Functional Materials. – 2018. – Vol. 25, №.4. – P. 684–688.
18. Wavelength-Selective Photoreduction of Colloidal CeO_{2-x} Nanocrystals / V. Seminko, P. Maksimchuk, O. Avrunin, V. Semenets, Yu.V. Malyukin // Physica Status Solidi (b) – 2019. – Vol. 256, №. 12. – P. 1900325.
19. Catalytic Decomposition of Hypochlorite Anions by Ceria Nanoparticles Visualized by Spectroscopic Techniques / V. Seminko, P. Maksimchuk, G. Grygorova, O. Avrunin, V. Semenets, V. K. Klochkov, Yu.V. Malyukin // The Journal of Physical Chemistry C. – 2019. – V. 123. – № 33. – p. 20675–20681.
20. Interaction of oxyhalide anions with Ce³⁺ ions and CeO_{2-x} nanoparticles in water solutions / V. Seminko, P. Maksimchuk, G. Grygorova, O. Sedyh, A. Aslanov, O. Avrunin, V. Semenets, Yu. Malyukin // Functional Materials. – 2019. – V. 26. – №3. – p. 466–471.
21. Вплив наночастинок оксидів рідкісноземельних елементів на сперматогенез щурів із модельованим кріотравмою простатитом / Н. П. Смоленко, Н.О. Карпенко, Є. М. Коренева, Е. Є. Чистякова, І. О. Белкіна, С. П. Кустова, М. О. Бойко В. К. Клочков // Фізіологічний журнал. – 2019. – Т. 65. – № 3. – С. 120.
22. Unusual enhancement of dye luminescence by exciton resonance of J-Aggregates / A.V Sorokin, I.Yu Ropakova, I.I Grankina, I.A. Borovoy, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // Optical Materials – 2019. – V.96. – P. 109263.
23. Exciton Dynamics and Self-Trapping of Carbocyanine J-Aggregates in Polymer Films / A.V. Sorokin, I.Yu. Ropakova, S. Wolter, R. Lange, I. Barke, S. Speller, S.L. Yefimova, Yu. V Malyukin, S. Lochbrunner // The Journal of Physical Chemistry C. – 2019. – V. 123, № 14. – p. 9428–9444.
24. Antitumor activity of spherical nanoparticles GdYVO₄:Eu³⁺ dependson preincubation time / A. M. Goltsev, Yu. V. Malyukin, N. M. Babenko, Yu. O. Gaevska, M. O. Bondarovykh, T. G. Dubrava, I. F. Kovalenko, M. V. Ostankov, V. K. Klochkov // Applied Nanoscience. – 2020. – p. 1–10.
25. Gadolinium orthovanadate nanoparticles increase survival of old rats / Y. V. Nikitchenko, V. K. Klochkov, N.S. Kavok, N.A. Karpenko, O. O. Sedyh, A. I.Bozhkov, V. P. Semynozhenko // Доповіді НАН України. – 2020. – V. 2. – p. 29–36.
26. Orthovanadate nanoparticles delay the accelerated aging in rats via the prevention of oxidative disturbances / Y. V. Nikitchenko, V. K. Klochkov, N.S. Kavok, N.A. Karpenko, O. O. Sedyh, A. I.Bozhkov, V. P. Semynozhenko // Доповіді НАН України. – 2020. – V. 7. – p. 43–51.
27. Cerium oxide nanoparticles and metformin increase the reliability of the prooxidant/antioxidant balance and the survival of ageing rats / Y. V. Nikitchenko, V. K. Klochkov, N.S. Kavok, N.A. Karpenko, O. O. Sedyh, A. I.Bozhkov, S.L. Yefimova, V. P. Semynozhenko // Доповіді НАН України. – 2020. – V. 10. – p. 35–44.

28. Корекція хронічного простатиту композицією наночастинок ортованадатів рідкоземельних елементів із адсорбованими іонами цинку / Е. Є. Чистякова, Н. П. Смоленко, Є. М. Коренева, Н. Ф. Величко, І. О. Белкіна, В. К. Клочков // Вісник проблем біології і медицини. – 2020. – Вип. 2.–Т.156.– С. 184-187.
29. Використання наночастинок ортованадатів рідкісноземельних елементів для корекції репродуктивних розладів в експерименті / Е.Є. Чистякова, Н.П. Смоленко, І.О. Белкіна, Є.М. Коренева, В.К. Клочков, Н.Ф.Величко // Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття. – 2020. – Т.1. – С.112-115.
30. Plasmon-Induced Suppression of Exciton Self-Trapping in Polymer-Bound Pseudoisocyanine J-aggregates / A.V. Sorokin, I.I. Grankina, I.I. Beshpalova, A.V. Aslanov, S.L. Yefimova, Yu.V. Malyukin // The Journal of Physical Chemistry C. – 2020. – V. 124. – № 18. – p. 10167-10174.
31. Plasmon-Enhanced Fluorescence of Carbocyanine J-Aggregates in Layered Polymer Films / A. Sorokin, R. Grynyov, I. Grankina, I. Beshpalova, S. Yefimova, Yu. Malyukin // Proceedings of IEEE 10th International Conference on "Nanomaterials: Applications & Properties" (NAP-2020). – 2020. – Vol. 1. – P. 01NP02.
32. Effect of the Bichromatic Electromagnetic Field on the Random Molecular Aggregate or the Quantum Spin Chain / A.A. Zvyagin and I.Yu. Ropakova // Low Temperature Physics. – 2020. – V. 46. – P. 677 – 682.
33. Age-Related Effects of Orthovanadate Nanoparticles Involve Activation of GSH-Dependent Antioxidant System in Liver Mitochondria / Y. V. Nikitchenko, V. K. Klochkov, N.S. Kavok, N. A. Karpenko, S. L. Yefimova, I. V. Nikitchenko, A. I. Bozhkov // Biological Trace Element Research. – 2021. – Vol. 199, № 2. – P. 649-659.
34. Anti-aging effects of antioxidant rare-earth orthovanadate nanoparticles in Wistar rats / Y.V. Nikitchenko, V.K. Klochkov, N.S. Kavok, K.A. Averchenko, N.A. Karpenko, I.V. Nikitchenko, S.L. Yefimova, A.I. Bozhkov // Biological Trace Element Research. – 2021. –V.199. – P. 4183-4192.
35. Nikitchenko, Y.V., Klochkov, V.K., Kavok, N.S. et al. / Age-Related Effects of Orthovanadate Nanoparticles Involve Activation of GSH-Dependent Antioxidant System in Liver Mitochondria // Biol. Trace Elem. Res. – 2021. – Vol. 199. – P. 649-659.
36. Nikitchenko, Y.V., Klochkov, V.K., Kavok, N.S. et al. Comparative Studies of Orthovanadate Nanoparticles and Metformin on Life Quality and Survival of Senile Wistar Rats. Biol Trace Elem Res. – 2022. – Vol. 200. – P. 1237-1247.
37. The assessment of the toxicity of nanocomplexes containing gadolinium orthovanadate nanoparticles and cholesterol / A. Goltsev, M. Bondarovich, N. Babenko, Yu. Gaevska, L. Ostankova, M. Ostankov, N. Volkova, V. Klochkov // Cell and Organ Transplantation. – 2021. – V9. – P. 44-52.

Патенти:

1. Патент на корисну модель І201906278. Спосіб оцінки редокс властивостей наночастинок на основі рідкісноземельних елементів / Н.С. Кавок, С.Л. Єфімова, Н.О. Карпенко, В.К. Клочков. Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 05.06.19.
2. Спосіб створення нанокристалів оксиду титану зі структурою анатаз у вигляді стабільного водного колоїдного розчину / І. Беспалова, С. Єфімова, О. Сорокін // Заявка на патент України № а202101523 від 03.03.2021р.
3. Спосіб створення багаточастинкового плівкового композиційного наноструктурованого матеріалу на основі оксиду титану / І.І. Беспалова, І.Ю. Ропаків, П.В. Пісклова, Ю.І. Пазюра, С.Л. Єфімова, О.В. Сорокін // Заявка на корисну модель u202106947 від 06.12.2021.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Гриньов Борис Вікторович

Д. Т. Н.

Перелік осіб-виконавців

Беспалова Ірина Ігорівна

(Д. Т. Н.)

Кавок Наталія Сергіївна

(К. б. н., 03.00.04)

Семиноженко Володимир Петрович

(Д. ф.-м. н.)

Семінько Владислав Вікторович

(Д. ф.-м. н.)

Сорокін Олександр Васильович

(Д. ф.-м. н., 01.04.05, 01.04.10, 02.00.04)

Відповідальний за підготовку

Фенько О.В.

облікових документів

Телефон

+38 (057) 341-01-50

Реєстратор

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

