Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005293

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гранкіна Світлана Семенівна

2. Svitlana S. Hrankina

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1689-5817

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 14-10-2026

Спеціальність за освітою: Медична фізика

Місце роботи здобувача: Харківський національний медичний університет

Код за ЄДРПОУ: 01896866

Місцезнаходження: Проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров`я України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16982

Повне найменування юридичної особи: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.29.43, 29.31.23, 29.31.27, 29.41.01

Тема дисертації:

1. Спектральні властивості та фотостабільність агрегатів ціанінових барвників у біологічних і рідкокристалічних середовищах

2. Spectral Properties and Photostability of Cyanine Dye Aggregates in Biological and Liquid-Crystal Media

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали (галузь знань 10 – Природничі науки). – Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України, Харків, 2026. J-агрегати – це нанокристали нековалентно зв'язаних органічних люмінофорів, у яких високоупорядковане розташування молекул зумовлює формування екситонних станів і характерної вузької батохромно зсунутої J-смуги. J-агрегати ціанінових барвників перспективні для застосування як люмінесцентні зонди та функціональні матеріали для оптоелектроніки й фотоніки. Однак їх практичне використання обмежене недостатньою фотостабільністю у водних середовищах та руйнуванням агрегатів під час взаємодії з біологічними компонентами. Водночас формування J-агрегатів у рідкокристалічних матрицях залишається недостатньо дослідженим. Метою дисертаційної роботи є

встановлення закономірностей формування агрегатних станів ціанінових барвників amphi-PIC, PIC та TDBC у біологічних і рідкокристалічних середовищах та визначення їхніх спектральних характеристик і фотостабільності залежно від умов агрегації. Перший розділ «Оптичні властивості агрегатів ціанінових барвників. Огляд літератури» є оглядом і містить літературні дані щодо структурних і оптичні характеристик ціанінових барвників, особливостей екситонних станів і спектральних властивостей J-агрегатів ціанінових барвників, ролі наноструктурованого середовища у формуванні оптичних властивостей J-агрегатів ціанінових барвників і біологічного застосування J-агрегатів ціанінових барвників. У другому розділі «Експериментальна техніка і методики дослідження» наведено опис методик дослідження, особливостей реєстрації спектрів поглинання і люмінесцентних спектрів, вимірювання квантового виходу люмінесценції, вимірювання кривих загасання люмінесценції, отримання люмінесцентних мікрофотографій, а також методик приготування зразків. Третій розділ «Спектральні характеристики J-агрегатів ціанінових барвників при їх взаємодії з біологічними речовинами» присвячений дослідженню взаємодії амфіфільного катіонного барвника amphi-PIC з молекулами сироваткового альбуміну, а також особливостям його агрегації у біологічних середовищах на основі крові та її компонентів. Досліджено взаємодію J-агрегатів амфіфільного катіонного барвника amphi-PIC із бичачим сироватковим альбуміном (БСА) та компонентами крові. Встановлено, що взаємодія з БСА не руйнує J-агрегати, а, навпаки, покращує їхні спектральні та екситонні характеристики. Довжина когерентності екситонів зростає від 4 до 7 молекул, квантовий вихід люмінесценції — від 1,4 до 2,5 %, а час життя — від 40 до 65 пс. У присутності БСА час половинного фотознебарвлення збільшується більш ніж у 5 разів. Показано, що БСА стабілізує J-агрегати, формуючи навколо них білкову оболонку, яка перешкоджає їхній агломерації. J-агрегати amphi-PIC зберігають характерні спектральні властивості у крові, сироватці та плазмі, а їхня фотостабільність перевищує таку у буферному розчині. Методами проточної цитометрії та конфокальної мікроскопії встановлено, що агрегати практично не взаємодіють з еритроцитами та лейкоцитами і переважно залишаються у плазмі крові. Це свідчить про перспективність їх використання для люмінесцентної візуалізації кровоносних судин. Четвертий розділ «Спектральні властивості J-агрегатів TDBC і PIC при їх формуванні у рідкокристалічних матрицях» присвячений встановленню особливостей агрегації катіонного барвника PIC та аніонного барвника у нематичній рідкокристалічній матриці 5CB. Для TDBC встановлено зменшення довжини когерентності екситонів порівняно з водним розчином, що свідчить про підвищення статичного безладу, але одночасно спостерігається збільшення квантового виходу та часу життя люмінесценції внаслідок пригнічення безвипромінювальних каналів релаксації. Для PIC показано, що спосіб введення барвника у матрицю 5CB визначає характер агрегованих станів. При безпосередньому диспергуванні утворюються димери з довжиною когерентності, що відповідає двом молекулам, тоді як введення барвника через розчин у хлороформі дає змогу отримати рівномірно розподілений PIC у концентраціях до 10–2 М. У цьому випадку в спектрах збудження люмінесценції виявлено додаткові J- та H-смуги, що свідчать про формування ексимерів. Для димерів та ексимерів встановлено конфігурацію похилого димеру J-типу. Показано, що анізотропна організація матриці 5CB зумовлює високий ступінь орієнтаційного впорядкування молекул PIC та їх агрегованих станів. Анізотропія люмінесценції становить 0,42, а під дією електричного поля вище порога Фредерікса відбувається переорієнтація агрегатів разом із директором рідкого кристалу. Встановлено суттєве підвищення фотостабільності агрегованих станів у матриці 5CB. Час досягнення 10% фотознебарвлення J-агрегатів TDBC та димерів PIC збільшується більш ніж на два порядки порівняно з водними розчинами.

2. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 105 – Applied Physics and Nanomaterials (Field of Study – 10 Natural Sciences). – Institute for Scintillation Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, 2026. J-aggregates are nanocrystals of noncovalently bound organic luminophores in which the highly ordered arrangement of molecules results in the formation of excitonic states and a characteristic narrow bathochromically shifted J-band. J-aggregates of cyanine dyes are promising for use as luminescent probes and functional materials for optoelectronics and photonics. However, their practical application is limited by insufficient photostability in aqueous media and aggregate degradation upon interaction with biological

components. At the same time, the formation of J-aggregates in liquid-crystal matrices remains insufficiently studied. The aim of the dissertation is to establish the regularities governing the formation of aggregate states of the cyanine dyes amphi-PIC, PIC, and TDBC in biological and liquid-crystal media and to determine their spectral characteristics and photostability depending on the aggregation conditions. Chapter 1, “Optical Properties of Cyanine Dye Aggregates. Literature Review,” provides a review of the literature data on the structural and optical characteristics of cyanine dyes, the features of excitonic states and spectral properties of cyanine-dye J-aggregates, the role of nanostructured media in determining the optical properties of J-aggregates, and the biological applications of cyanine-dye J-aggregates. Chapter 2, “Experimental Techniques and Research Methods,” describes the experimental methods used in the study, including the acquisition of absorption and luminescence spectra, measurements of luminescence quantum yields and luminescence decay curves, luminescence microscopy, and sample preparation procedures. Chapter 3, “Spectral Characteristics of Cyanine-Dye J-Aggregates upon Interaction with Biological Substances,” is devoted to the interaction of the amphiphilic cationic dye amphi-PIC with serum albumin molecules and to the features of its aggregation in biological media based on blood and its components. The interaction of amphi-PIC J-aggregates with bovine serum albumin (BSA) and blood components was investigated. It was established that interaction with BSA does not destroy the J-aggregates but, conversely, improves their spectral and excitonic characteristics. The exciton coherence length increases from 4 to 7 molecules, the luminescence quantum yield from 1.4 to 2.5%, and the lifetime from 40 to 65 ps. In the presence of BSA, the photobleaching half-time increases by more than fivefold. BSA was shown to stabilize the J-aggregates by forming a protein shell around them, thereby preventing their agglomeration. Amphi-PIC J-aggregates retain their characteristic spectral properties in blood, serum, and plasma, while their photostability is higher than that in buffer solution. Flow cytometry and confocal microscopy demonstrated that the aggregates interact only weakly with erythrocytes and leukocytes and remain predominantly in the blood plasma. These findings indicate the potential of amphi-PIC J-aggregates for luminescent imaging of blood vessels. Chapter 4, “Spectral Properties of TDBC and PIC J-Aggregates Formed in Liquid-Crystal Matrices,” is devoted to the aggregation of the cationic dye PIC and the anionic dye TDBC in the nematic liquid-crystal matrix 5CB. For TDBC, a decrease in the exciton coherence length compared with that in aqueous solution was established, indicating an increase in static disorder, while an increase in the luminescence quantum yield and lifetime was observed due to suppression of nonradiative relaxation channels. For PIC, it was shown that the method of dye incorporation into the 5CB matrix determines the nature of the resulting aggregate states. Direct dispersion of the dye leads to the formation of dimers with a coherence length corresponding to two molecules, whereas incorporation of the dye through a chloroform solution enables a uniform distribution of PIC at concentrations of up to 10–2 M. In this case, additional J- and H-bands were detected in the luminescence excitation spectra, indicating the formation of excimers. Both dimers and excimers were found to have an oblique J-type dimer configuration. The anisotropic organization of the 5CB matrix was shown to result in a high degree of orientational ordering of PIC molecules and their aggregate states. The luminescence anisotropy was 0.42, while application of an electric field above the Fredericksz threshold resulted in reorientation of the aggregates together with the liquid-crystal director. A substantial increase in the photostability of the aggregate states in the 5CB matrix was established.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Fluorescent properties of amphi-PIC J-aggregates in the complexes with bovine serum albumin / I.I. Grankina, I.A. Borovoy, S.I. Petrushenko, S.S. Hrankina, V.P. Semynozhenko, S.L. Yefimova, A.V. Sorokin // J.

Molecular Liquids. – 2022. – v. 368. – P. 120755. DOI: https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.120755

- 2. Spectral features of the dispersion of carbocyanine dye J-aggregates in a liquid crystal matrix / I.I. Grankina, O.M. Samoilov, N.A. Kasian, I.Yu. Ropakova, S.S. Hrankina, S.L. Yefimova, L.N. Lisetski, and O.V. Sorokin // Optical Materials Express. – 2023. – v. 13, № 6. – P. 1741-1751. DOI: https://doi.org/10.1364/OME.491678
- 3. Amphiphilic Cyanine Dye J-Aggregates as Promising Luminescent Probes for Vascular Imaging / S.S. Hrankina, V.Yu. Prokopiuk, I.I. Grankina, I.A. Borovoy, S.L. Yefimova, O.V. Sorokin // Funct. Mater. – 2026. – v. 33, № 2 – P. 178-187. DOI: https://doi.org/10.15407/fm33.02.178
- 4. Influence of Dispersion in Liquid Crystal on Optical Properties of Cyanine Dye J-Aggregates / O. Sorokin, I. Grankina, O. Samoilov, N. Kasian, S. Hrankina, L. Lisetski, S. Yefimova // Proceedings of 2023 IEEE 13th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2023). – 2023. – P. NP01. DOI: https://doi.org/10.1109/NAP59739.2023.10310901
- 5. Formation of TDBC J-aggregates in a nematic liquid crystal matrix / S. S. Hrankina, I. I. Grankina, S. L. Yefimova, O. V. Sorokin, O. M. Samoilov, N. A. Kasian, I. Yu. Ropakova, L. N. Lisetski // Book of Abstracts of International workshop for young scientists «Functional materials for technical and biomedical applications». – Kharkiv (Ukraine), 2023. – P .20-21
- 6. Luminescent J-aggregates in liquid crystal matrices: Towards novel nanostructured materials / I.Yu. Ropakova, S.S. Hrankina, I.I. Grankina, S.L. Yefimova, O.V. Sorokin, O.M. Samoilov, N.A. Kasian, L.N. Lisetski // Book of Abstracts of the 17th International Conference on Scintillating Materials and their Application (SCINT 2024). – Milan (Italy), 2024. – P. 194
- 7. Peculiarities of J-aggregate formation in liquid crystal matrices: Enhancing stability and optoelectronic characteristics / I. Yu. Ropakova, O. M. Samoilov, I. I. Grankina, S. L. Yefimova, O. V. Sorokin, N. A. Kasian, S. S. Hrankina, L. N. Lisetski // Book of abstract of IV International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics (CM&LTP 2024). – Kharkiv (Ukraine), 2024. – P. 104
- 8. Amphi-PIC J-aggregate interaction with cells studied by laser confocal microscopy / S.S. Hrankina, I.I. Grankina, I.F. Kovalenko, V.Yu. Prokopiuk, I.A. Borovoy, S.L. Yefimova, O.V. Sorokin // Book of Abstracts of International Research and Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2024). – Uzhhorod (Ukraine), 2024. – P. 521
- 9. Effect of dispersion in various liquid crystal matrices on the excitonic properties of cyanine dye J-aggregates / S. S. Hrankina, O. M. Samoilov, I. I. Grankina, L. N. Lisetski, S. L. Yefimova, O. V. Sorokin // Book of abstract of V International Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics (CM&LTP 2025). – Kharkiv (Ukraine), 2025. – P. 182
- 10. Luminescent Liquid Crystals Incorporating Cyanine Dye Molecular Aggregates / O.V. Sorokin, S.S. Hrankina, O.M. Samoilov, I.Yu. Ropakova, I.I. Grankina, L.M. Lisetski, S.L. Yefimova // Book of Abstracts of International Research and Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2025). – Bukovel (Ukraine), 2025. – P. 23
- 11. Features of cyanine dye TDBC aggregation in a liquid crystal system / O.M. Samoilov, I.Yu. Ropakova, O.V. Sorokin, L.N. Lisetski, S.L. Yefimova, S.S. Hrankina, I.I. Grankina // Book of Abstracts of International Workshop “Functional Materials for Technical and Biomedical Applications”. – Lviv (Ukraine), 2025. – P. 17

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0122U002636, 0125U000937

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сорокін Олександр Васильович

2. Oleksandr V. Sorokin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, член-кор. НАН України, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5990-4416

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гламазда Олександр Юрійович

2. Oleksandr Glamazda

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3048-8732

Додаткова інформація: Scopus Author ID 6507904190; Web of Science Researcher ID AAD-5367-2020

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єщенко Олег Анатолійович

2. Oleh A. Yeshchenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8927-5673

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ващенко Ольга Валеріївна
2. Olha V. Vashchenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 03.00.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7447-9080

Додаткова інформація: ;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602363342

Повне найменування юридичної особи: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Семінько Владислав Вікторович
2. Vladyslav V. Seminko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3958-9161

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Максимчук Павло Олегович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Максимчук Павло Олегович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Сорокін Олександр Васильович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна

