

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Ректор Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича



**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту**  
**із виконання наукових досліджень і розробок**  
**“Новітні методи і системи багатофункціональної Мюллер-матричної поляризаційної і**  
**флуоресцентної томографії мікро та наноструктури мереж біологічних кристалів”**  
(назва Проєкту)

**Назва конкурсу:** «Підтримка досліджень провідних і молодих учених»

**Ресстраційний номер Проєкту:** 2020.02/0061

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок** (2020.02/0061  
“Новітні методи і системи багатофункціональної Мюллер-матричної поляризаційної і  
флуоресцентної томографії мікро та наноструктури мереж біологічних кристалів”)

Рішення Наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних і молодих учених», протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

## **1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ**

Тривалість виконання Проєкту – 07.11.2020-31.12.2022

Початок – 07.11.2020 дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок:

Закінчення – 31.12.2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн. 5218401,00 грн. (п'ять мільйонів двісті вісімнадцять тисяч чотириста одна гривня 00 копійок).

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 162615,00 грн. (сто шістдесят дві тисячі шістсот п'ятнадцять гривень 00 копійок).

2-й рік 2659418,00 (два мільйона шістсот п'ятдесят дев'ять тисяч чотириста вісімнадцять гривень 00 копійок).

3-й рік 2396368,00 грн. (два мільйона триста дев'яносто шість тисяч триста шістдесят вісім гривень 00 копійок).

## **2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ**

до виконання Проєкту буде залучено 10 виконавців, з них:

доктори наук 1;

кандидати наук 8;

інші працівники 1.

### **3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Грантоотримувач) в особі ректора Петришина Романа Івановича, що діє на підставі Статуту (ідентифікаційний код 02071240, Погоджено конференцією трудового колективу, Протокол №1 від 25 квітня 2016 р.).

### **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

#### **4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)**

Розробка новітніх методів і систем Мюллер-матричної флуоресцентної томографії мікро і наноструктури мереж біологічних кристалів на основі 2D і 3D поляризаційної, інтерференційної та автофлуоресцентної реконструкції.

#### **4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)**

1. Розробка і апробація методу 2D реконструкції полікристалічної мікроструктури біологічних шарів шляхом диференціального Мюллер-матричного картографування лінійного та циркулярного двоприменезаломлення і дихроїзму.

2. Розробка і апробація методу лазерно-індукованої поляриметрії наноструктури біологічних мереж шляхом диференціального Мюллер-матричного картографування флуктуацій параметрів оптичної анізотропії молекулярних доменів.

#### **4.3. Детальний зміст Проєкту:**

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Однією з найбільш актуальних світових проблем в міждисциплінарній галузі "Науки про життя" є проблема розроблення нових, високочутливих, швидкодіючих і економічно доступних оптико-фізичних методів об'єктивного виявлення (особливо на ранніх, доклінічних стадіях) важких системних патологій органів людини на основі новітніх методів і систем Мюллер-матричної флуоресцентної томографії полікристалічної мікро і нано структури мереж біологічних кристалів.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Вперше буде розроблено оптичну модель Мюллер-матричного описання полікристалічної мікро- і наноструктури деполаризуючих біологічних тканин і рідин шляхом суперпозиції диференціальних матриць 1-го і 2-го порядків.

Вперше буде розроблений новий метод 2D поляризаційної реконструкції (томографії) полікристалічної мікроструктури біологічних шарів шляхом використання диференціального Мюллер-матричного картографування.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

В основу створення нової в галузях лазерної та біомедичної діагностики багатофункціональної системи Мюллер-матричної поляризаційної і флуоресцентної томографії мікро- і наноструктури біологічних шарів покладена ідея пошуку і діагностичного використання взаємозв'язку між розподілами параметрів фазової та амплітудної анізотропії мереж і молекулярних доменів біологічних кристалів та статистичними, кореляційними, фрактальними параметрами.

### **5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:**

#### **5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)**

Вперше розроблена оптична технологія багатофункціональної Мюллер-матричної поляризаційної та флуоресцентної томографії, яка не має світових аналогів, і включає новітні методи 2D поляризаційної реконструкції полікристалічної мікроструктури біологічних шарів -

розподілів параметрів фазової та амплітудної анізотропії; лазерно-індукованої автофлуоресцентної поляриметриї наноструктури біологічних препаратів.

В основу архітектури томографічної системи біомедичної діагностики мікроструктури полікристалічних мереж біологічних кристалів покладено новітній метод 2D поляризаційної реконструкції (томографії) полікристалічної мікроструктури біологічних шарів шляхом використання Мюллер-матричного картографування з алгоритмічним відтворенням розподілів елементів диференціальної матриці 1-го порядку, які визначають величини лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму.

Для аналітичного обґрунтування принципів і методів багатофункціональної Мюллер-матричної поляризаційної томографії використано наступні оригінальні підходи та теорії:

- ❖ розглядаємо полікристалічну мікроструктуру біологічного препарату у вигляді послідовно розташованої сукупності парціальних шарів з лінійним та циркулярним двопронезаломленням і дихроїзмом;

- ❖ взаємодію лазерного випромінювання з реальним біологічним шаром описуємо суперпозицією парціальних поляризаційних матриць Мюллера для кожного механізму фазової та амплітудної анізотропії;

- ❖ аналітично виділяємо з одержаної узагальненої матриці Мюллера полікристалічної мікроструктури біологічного шару диференціальний матричний оператор 1-го порядку, який характеризує поляризаційні прояви розподілів середніх значень лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму;

- ❖ одержуємо алгоритми Мюллер-матричної томографії мікроструктури мереж біологічних кристалів - поляризаційного відтворення координатних розподілів параметрів фазової та амплітудної анізотропії.

Розроблено принципи і новітні методи лазерно-індукованої автофлуоресцентної поляриметриї оптично анізотропної наноструктури біологічних препаратів шляхом використання Мюллер-матричного картографування з алгоритмічним відтворенням розподілів елементів диференціальної матриці флуоресценції 2-го порядку, які визначають величини флуктуацій лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму молекулярних доменів мереж біологічних кристалів.

В основу аналітичного обґрунтування принципів і методів багатофункціональної Мюллер-матричної лазерно-індукованої флуоресцентної томографії використано наступні оригінальні підходи та теорії:

- ❖ механізми формування лазерно-індукованої автофлуоресценції молекулярних наноструктур характеризуємо відповідною матрицею Мюллера флуоресценції з наступною вторинною поляризаційно-фазовою модуляцією оптично активними та лінійно двопронезаломлюючими мережами біологічних кристалів;

- ❖ на цій основі аналітично визначаємо диференціальний матричний операторів 2-го порядку, який характеризує флуктуації величини лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму молекулярних доменів біологічних мереж;

У результаті експериментальної апробації методів багатофункціональної Мюллер-матричної поляризаційної та лазерно-індукованої флуоресцентної томографії визначені та теоретично обґрунтовані діагностичні взаємозв'язки між розподілами величини елементів диференціальних матриць 1-го і 2-го порядків і параметрами оптичної анізотропії біологічних шарів на мікро і нанорівнях їх полікристалічної структури.

## **5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами**

Теорія Мюллер-матричного описання мікро- і наноструктури мереж біологічних кристалів з алгоритмічним томографічним відтворенням розподілів параметрів лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму являє собою новий етап узагальнення методів і засобів зображувальної поляриметриї на випадок частково деполаризуючих біологічних шарів, а комплексний статистичний, кореляційний та фрактальний аналіз одержаних томограм оптичної анізотропії не має світових аналогів.

Розробленні методи та архітектура 2D Мюллер-матричної поляризаційної томографії не мають світових аналогів.

Розробленні методи та архітектура 2D Мюллер-матричної поляризаційної лазерно-індукованої автофлуоресцентної томографії не мають світових аналогів.

### **5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)**

Сукупність новітніх методів Мюллер-матричної флуоресцентної томографії створить основи реалізації об'єктивної та експресної медичної діагностики та диференціації ступеня важкості різноманітних патологічних станів.

Такі томографічні системи є достатньо дешевими і доступними для клінічних установ. Тому широкомасштабне впровадження результатів даного проєкту забезпечить покращення якості лікування важких патологій та інфекцій, які мають широке розповсюдження серед населення України та світу.

Своєчасне виявлення таких патологій забезпечить значне зменшення витрат на лікування, ліжко-дні, соціальні та страхові виплати. На даний час середньо статистичні витрати на лікування одного онкохворого в Україні складають 100000 грн., а в окремих випадках багато мільйонів [http://static.rada.gov.ua/zakon/new/par\\_sl/sl120220.htm](http://static.rada.gov.ua/zakon/new/par_sl/sl120220.htm)

### **5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці.**

На першому етапі (2020 рік) заплановано створення проєкту і Положення міждисциплінарного центру "Біофізичних досліджень" за участю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Буковинського державного медичного університету, Чернівецького Обласного бюро судово-медичної експертизи та Україно-Шведської клініки "Ангельхольм" з наступними напрямками діяльності:

- ❖ Розроблення і клінічна апробація оптико-фізичних методів диференціальної діагностики ранніх стадій раку органів людини.
- ❖ Розроблення методів і засобів покращення якості лікування суглобів людини та технік ендопротезування.
- ❖ Розроблення об'єктивних методів і систем судово-медичної цифрової гістології.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

### **Науковий керівник Проєкту**

Головний науковий співробітник  
(посада)

Ушенко Юрій Олександрович  
ІІБ

(підпис)

