

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004413

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-08-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Соболевський Максим Сергійович

2. Maksym S. Sobolevskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 091

Назва наукової спеціальності: Біологія

Галузь / галузі знань: біологія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 091 Біологія

Дата захисту: 24-09-2026

Спеціальність за освітою: 091 Біологія

Місце роботи здобувача: Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417101

Місцезнаходження: вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

### III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 16845

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417101

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417101

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 34.15.19, 34.15.23, 34.15.51

**Тема дисертації:**

1. Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії
2. Development of a highly sensitive biosensor system based on gold nanoparticles-enhanced surface plasmon resonance for the analysis of a DNA marker of chronic myeloid leukemia

**Реферат/анотація:**

1. Соболевський М.С. «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії» – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 091 Біологія та біохімія — Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Київ, 2026. У даній роботі представлена новітня гібридизаційна біосенсорна система на основі спектрометрії поверхневого плазмонного резонансу (ППР) з використанням колоїдних наночастинок золота (НЧЗ) для сендвіч-детекції генетичного маркера хронічної мієлоїдної лейкемії (ХМЛ) – олігонуклеотида гібридного гена BCR-ABL1. В основі функціонування розробленої біосенсорної системи

покладено вперше запропонований підхід щодо застосування НЧЗ у гібридизаційному сендвіч-аналізі маркера ХМЛ, а характеристики відповідного біоселективного елемента згаданої системи дозволяють його адаптацію до багатьох існуючих фізичних методів перетворення сигналів у біосенсориці, таких як спектрометрія поверхневого плазмонного резонансу, електроімпедансна спектроскопія (EIC), вольтамперометрія, тощо. Метою дисертаційної роботи була розробка та оптимізація гібридизаційної біосенсорної системи на основі спектрометрії ППР у поєднанні з НЧЗ та сендвіч-аналізом для високочутливої та селективної детекції олігонуклеотидної послідовності гена BCR-ABL1. Аналіз наукової літератури виявив, що важливість досліджень, спрямованих на швидку та економічну детекцію генетичних маркерів ХМЛ полягає в тому, що це захворювання піддається терапії та лікуванню лише в своїй безсимптомній фазі, коли його неможливо діагностувати жодними іншими методами крім детекції пухлинної ДНК в організмі. Наразі провідним методом такої детекції є кількісна полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), яка успішно впроваджена в медицині завдяки своїй винятковій чутливості та межі детектування. Наразі відомі випадки ПЛР-детекції генетичних маркерів захворювань без біопсії кісткового мозку завдяки наднизькій межі детектування ПЛР, яка дозволяє визначення таких маркерів у плазмі крові в концентрації до 100 фМ. Такі маркери відносять до вільної циркулюючої ДНК, яка виходить у кровотік при руйнуванні уражених захворюванням клітин та є першим із діагностичних критеріїв, які з'являються при патогенезі будь-якого захворювання. Діагностика безсимптомних захворювань можлива в процесі скринінгу – регулярного клінічного аналізу організму на наявність одного чи багатьох захворювань. Недоліком ПЛР у цій сфері застосування є її залежність від одноразових реагентів – ДНК-праймерів та ферментів – що часто робить відповідний аналіз занадто коштовним для проведення регулярного скринінгу безсимптомних захворювань, таких як ХМЛ. У роботі обґрунтовано вибір біосенсорних методів детекції як оптимальних для скринінгу ХМЛ із огляду на можливість багаторазового використання в складі біосенсорного аналізу деяких біомолекул, що має значно здешевити діагностику цього захворювання. Принцип функціонування розробленої біосенсорної системи базується на рефрактометричній детекції афінних взаємодій між біомолекулами: гібридизація між ДНК-мішенню зі складу досліджуваного зразка та ДНК-зондом, попередньо іммобілізованим на чутливій поверхні сенсорного елемента. ППР-біосенсор без застосування наночастинок, сигнал якого прямо залежить від зміни показника заломлення середовища ДНК-зондів при гібридизації з ними ДНК-мішеней, був розроблений Мацишиним та ін. у 2016 р. Він дозволяє проведення до 50 повторних вимірювань на одному й тому ж біоселективному елементі, що відповідним чином здешевшує собівартість кожного з вимірювань. Важливим недоліком цього біосенсора є його межа детектування – 50 нМ проти 16 фМ в ПЛР. Дана робота представляє розвиток біосенсорних технологій, направлених на детекцію маркерів ХМЛ у значно нижчих концентраціях. Головним результатом цієї роботи є зниження межі детектування ППР-біосенсора більш ніж в 600 разів. Досягти цього вдалося завдяки запропонованому новому підходу, в основі якого лежить посилення наночастинок золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії. Це включає оптимізацію процесів іммобілізації ДНК на чутливій поверхні ППР, створення нових методик синтезу і біофункціоналізації НЧЗ, вивчення взаємодії НЧЗ з чутливою поверхнею ППР з утворенням нанорозмірних сендвіч-структур, кожна з яких включає ДНК-зонд із чутливої поверхні ППР, ДНК-мішень з досліджуваного зразка та ДНК-зонд, функціоналізований колоїдною наночастиною золота.

2. Sobolevskyi M.S. Development of a highly sensitive biosensor system based on gold nanoparticles-enhanced surface plasmon resonance for the analysis of a DNA marker of chronic myeloid leukemia. - Qualification scientific work in the form of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 091 Biology and Biochemistry – Institute of Molecular Biology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2026. This work presents a novel hybridization SPR-biosensor system based on surface plasmon resonance (SPR) spectrometry with the use of colloidal gold nanoparticles (AuNPs) for sandwich detection of a genetic marker of chronic myeloid leukemia (CML) – an oligonucleotide of the hybrid gene BCR-ABL1. The functioning of the developed biosensor system is based on the first proposed approach to the application of AuNPs in hybridization sandwich assays for detection of marker of CML, and the characteristics of the corresponding bioselective element

of the system allow its adaptation to many existing physical biosensor signal conversion methods, such as surface plasmon resonance (SPR) spectrometry, electrical impedance spectroscopy (EIS), voltammetry etc. The aim of the dissertation was to develop and optimize a hybridization biosensor system based on SPR spectrometry in conjunction with colloidal AuNPs and sandwich analysis for highly sensitive and selective detection of the oligonucleotide sequence of the BCR-ABL1 gene. The analysis of the scientific literature revealed that the importance of research aimed at rapid and cost-effective detection of genetic markers of CML lies in the fact that this disease is amenable to therapy and treatment only in its asymptomatic phase, when it cannot be diagnosed by any other methods except for the detection of tumor DNA in the body. Currently, the leading method of such detection is quantitative polymerase chain reaction (PCR), which has been successfully implemented in medicine due to its exceptional sensitivity and detection limit. Currently, there are known cases of PCR detection of genetic markers of diseases without bone marrow biopsy due to the ultra-low detection limit of PCR, which allows the determination of such markers in blood plasma at a concentration of up to 100 fM. Such markers are referred to as free circulating DNA, which enters the bloodstream when diseased cells are destroyed and is the first diagnostic criterion that appears in the pathogenesis of any disease. Diagnostics of asymptomatic diseases is possible in the process of screening - regular clinical analysis of the body for the presence of one or more diseases. The disadvantage of PCR in this area of application is its dependence on disposable reagents - DNA primers and enzymes - which often makes the corresponding analysis too expensive for regular screening of asymptomatic diseases, such as CML. The work justifies the choice of biosensor detection methods as optimal for CML screening due to the repeated use of biomolecules in the composition of biosensors for detection of certain biomolecules, which should significantly reduce the cost of diagnosing the corresponding disease. The principle of operation of the developed biosensor system is based on refractometric detection of affinity interactions between biomolecules: hybridization between the DNA target from the composition of the sample under study and the DNA probe, previously immobilized on the sensitive surface of the sensor element. A SPR biosensor, whose signal directly depends on the change in the refractive index of the medium of DNA probes upon hybridization of DNA targets with them, was developed by Matyshyn et al. in 2016. It allows for up to 50 repeated measurements on the same bioselective element, which accordingly reduces the cost of each measurement. An important disadvantage of this biosensor is its detection limit - 50 nM versus 16 fM in PCR. This work presents the development of biosensor technologies aimed at detecting CML markers at much lower concentrations. The main result of this work is the reduction of the detection limit of the SPR biosensor by more than 600 times. This was achieved thanks to the proposed new approach, which is based on the enhancement of surface plasmon resonance with gold nanoparticles for the analysis of a DNA marker of chronic myeloid leukemia. This included optimizing the processes of DNA immobilization on the SPR sensitive surface, development of new methods of synthesis and biofunctionalization of AuNPs and studying of interaction of AuNPs with the SPR sensitive surface to form nanosized sandwich structures, each of which includes a DNA probe from the SPR sensitive surface, a DNA target from the sample under study, and a DNA probe functionalized with a colloidal gold nanoparticle.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0126U003404 0120U104529 0120U105250 0118U005170  
0117U002879 0123U100964 0124U002066

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань

**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:**

- Sobolevskyi M.S., Holubiev I.Iu., Lopatynskyi A.M., Samoylov A.V., Dorozinsky G.V., Lyapin O.M., Khrystosenko R.V., Chegel V.I., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Optimization of Parameters of Saline Sodium Citrate Buffer

for Stability of Colloidal Gold Nanoparticles Used in DNA Hybridization Biosensor. *Innovative Biosystems and Bioengineering* 2024, 9, 12-20.

- Sobolevskiy M.S., Kucherenko. I.S., Lopatynskiy A.M., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Synthesis of monodisperse nanospheres by citrate reduction of AuCl<sub>3</sub> for their usage in DNA hybridization biosensors. *Biotechnologia Acta T.* 2025, 18, 96-99.
- Золотопупова С.С., Худецкий І.Ю., Соболевський М.С. Біобезпека виробництва та використання ДНК-біосенсорів. *Біомедична інженерія і технологія* 2025, 17.
- Sobolevskiy M.S., Lopatynskiy A.M., Samoylov A.V., Dorozinsky G.V., Lyapin O.M., Khrystosenko R.V., Chegel V.I., Pyeshkova V.M., Errachid A., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Development of a Highly Sensitive SPR Biosensor for BCR-ABL Gene Sequence Detection Using a Novel Gold Nanoparticle-Enhanced Sandwich Assay Format. *Micromachines* 2026, 17, 426.
- Соболевський М.С., Солдаткін О.О., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Біосенсорна система для визначення послідовності олігонуклеотидів філадельфійської хромосоми. Патент на винахід №130005. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1879802/>
- Соболевський М.С., Солдаткін О.О., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Гібридизаційна біосенсорна система на основі поверхневого плазмонного резонансу для детекції послідовності олігонуклеотидів філадельфійської хромосоми. Патент на корисну модель №156960. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1816094/>
- Соболевський М.С., Лопатинський А.М., Дзядевич С.В., Кучеренко І.С., Солдаткін О.О. Спосіб прецизійного синтезу наночастинок золота цитратним відновленням золота (III) хлориду. Патент на корисну модель №163065. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1923454/>
- Sobolevskiy M.S., Soldatkin O.O., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Matsishin M.J., Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Application of modified gold nanoparticles to improve characteristics of DNA hybridization biosensor based on surface plasmon resonance spectrometry. *Applied Nanoscience* 2023, 13, 7521-7529.
- Sobolevskiy M.S., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Dorozinsky G.V., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Electrosterical stabilization of citrate-bound gold nanoparticles for signal enhancement of hybridization DNA biosensor. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2025)", 20-23 August 2025, Ivano-Frankivsk, Ukraine, Book of Abstracts – P. 466.
- Sobolevskiy M.S. Kucherenko I.S. Lopatynskiy A.M. Dzyadevych S.V. Soldatkin O.O. Precision synthesis of citrate-capped gold nanoparticles for enhancement of DNA hybridization biosensors. XIX All-Ukrainian Conference of young scientists, May 20-21, 2025, Book of Abstracts – P. 40.
- Соболевський М.С., Кучеренко І.С., Лопатинський А.М. Чегель В.І., Самойлов А.В., Дзядевич С.В., Солдаткін О.О., Оптимізація наночастинок золота, які використовуються в гібридизаційній біосенсорній системі на основі поверхневого плазмонного резонансу. IV Міжнародна науково-практична конференція «Природничі науки та освіта: сучасний стан і перспективи розвитку» 7-8 листопада 2024 р., м. Харків, Збірник наукових праць – с. 100-101.
- Sobolevskiy M.S., Soldatkin O.O., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Dzyadevych S.V. Enhancing the response of a hybridization SPR biosensor using modified gold nanoparticles. *BioGENext: Next Generation Therapy Conference*, 17-20 September 2024, Kyiv, Ukraine; *Biopolym. Cell.* 2024; 40(3):204-204.
- Sobolevskiy M.S., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Optimization of gold nanoparticles employed in hybridization biosensor system based on surface plasmon resonance. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2024)", 21-24 August 2024, Uzhhorod, Ukraine, Book of Abstracts – P. 543.
- Sobolevskiy M.S., Soldatkin O.O., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Surface plasmon resonance detection of the sequence of Philadelphia chromosome oligonucleotides with nanoparticle-mediated signal enhancement. XVIII All-Ukrainian Conference of young scientists, May 21-22, 2024, Book of Abstracts – P. 55.

- Sobolevskiy M.S., Soldatkin O.O., Samoylov A.V. SPR-based detection of point mutations in 21-base oligonucleotide sequences. XXI International conference of students and young scientists “Shevchenkivska vesna: Advancements in life sciences”, book of abstracts (Kyiv, 24-26 April, 2024) – P. 199.
- Sobolevskiy M.S., Soldatkin O.O., Lopatynskiy A.M., Chegel V.I., Samoylov A.V., Matsishin M.J., Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Hybridization biosensor system based on surface plasmon resonance for detection of the sequence of oligonucleotides of the Philadelphia chromosome. International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2023)”, 16-19 August 2023, Lviv, Ukraine – P. 544.
- Sobolevskiy M.S., Rachkov A.E., Samoylov A.V., Ushenin Yu.V., Soldatkin A.P. Optimization of the development of a bioselective element of the SPR biosensor for the detection of oligonucleotide sequences of the Philadelphia chromosome. Deuxièmes Rencontres Capteurs de l'Université Bourgogne Franche Comté. 24-25 Novembre 2022, Dijon, France, p. 28.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** пристрої; технології; методичні документи

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; економія матеріалів; підвищення продуктивності праці; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

**Охоронні документи на ОПІВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Соболєвський М.С., Солдаткін О.О., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Біосенсорна система для визначення послідовності олігонуклеотидів філадельфійської хромосоми. Патент на винахід №130005. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1879802/>
2. Соболєвський М.С., Солдаткін О.О., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Гібридизаційна біосенсорна система на основі поверхневого плазмонного резонансу для детекції послідовності олігонуклеотидів філадельфійської хромосоми. Патент на корисну модель №156960. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1816094/>
3. Соболєвський М.С., Лопатинський А.М., Дзядевич С.В., Кучеренко І.С., Солдаткін О.О. Спосіб прецизійного синтезу наночастинок золота цитратним відновленням золота (III) хлориду. Патент на корисну модель №163065. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1923454/>

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0126U003404 0120U104529 0120U105250 0118U005170 0117U002879 0123U100964 0124U002066

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Солдаткін Олександр Олексійович
2. Oleksandr O. Soldatkin

**Кваліфікація:** д. б. н., старший науковий співробітник, 03.00.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2362-5487

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417101

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Курдиш Іван Кирилович

2. Ivan Kurdysh

**Кваліфікація:** д.б.н., професор, 03.00.07, 03.00.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417087

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Поєдинок Наталія Леонідівна

2. Nataliya Poyedinok

**Кваліфікація:** д. б. н., старший науковий співробітник, 03.00.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кашуба Володимир Іванович

2. Volodymyr I. Kashuba

**Кваліфікація:** д. б. н., професор, член-кор. НАН України, 03.00.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0000-2850-0443

**Додаткова інформація:** Scopus ID:34770221200

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417101

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Антоненко Світлана Василівна

2. Svitlana V. Antonenko

**Кваліфікація:** к. б. н., 03.00.22

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0212-3779

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417101

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові**  
**голови ради**

Телегеев Геннадій Дмитрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові**  
**головуючого на засіданні**

Телегеев Геннадій Дмитрович

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

Крупська І.В.

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна