

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії

Максим СОБОЛЕВСЬКИЙ, 1999 року народження, громадянин України.
Освіта вища, у 2022 році закінчив Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка, Україна, отримавши ступінь магістра за спеціальністю «Біологія».

Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Освітньо-наукова програма підготовки докторів філософії в галузі 09 Біологія».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Інституту молекулярної біології і генетики НАН України, м. Київ, від 24 липня 2026 року №36, у складі:

Голови разової
спеціалізованої
вченої ради

Геннадія ТЕЛЕГЕСВА, доктора біологічних наук, професора, завідувача відділу молекулярної генетики Інституту молекулярної біології і генетики НАН України.

Рецензентів

Володимира Кашуби, доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НАН України, завідувача відділу молекулярної онкогенетики ІМБГ НАН України

Світлани АНТОНЕНКО, кандидата біологічних наук, старшого дослідника, старшого наукового співробітника відділу молекулярної генетики ІМБГ НАН України

Опонентів

Івана КУРДИША, доктора біологічних наук, професора, завідувач відділу мікробіологічних процесів на твердих поверхнях Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Наталії ПОЄДИНОК, доктора біологічних наук, доцента, старшого наукового співробітника кафедри трансляційної медичної біоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

на засіданні 24 вересня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 09 Біологія Максиму Соболевському на підставі публічного захисту дисертації «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії» за спеціальністю 091 Біологія. Дисертацію виконано в Інституті молекулярної біології і генетики НАН України, м. Київ.

Науковий керівник – Олександр Солдаткін – д.б.н., с.н.с., завідувач відділу біомолекулярної електроніки Інституту молекулярної біології та генетики НАН України.

Дисертація Максима Соболевського є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням умов академічної доброчесності, результати якої містять важливе теоретичне та практичне значення для галузі Біологія. Робота присвячена вирішенню актуального завдання сучасної аналітичної біотехнології та медичної діагностики — розробці та оптимізації гібридизаційної біосенсорної системи на основі спектрометрії поверхневого плазмонного резонансу (ППР) у поєднанні з наночастинками золота (НЧЗ) та сендвіч-аналізом для високочутливої та селективної детекції олігонуклеотидної послідовності гена *BCR-ABL1*.

Олігонуклеотиди гена *BCR-ABL1* є ключовими біомаркерами хронічної мієлоїдної лейкемії (ХМЛ), і їх швидка високочутлива детекція має важливе діагностичне значення. Розробка технології їх високочутливої детекції вимагала розв'язання ряду важливих задач: створити математичну модель для розрахунку параметрів ППР; обрати оптимальні умови іммобілізації олігонуклеотидних зондів на сенсорну поверхню ППР; оптимізувати параметри синтезу та модифікації НЧЗ; об'єднати біофункціоналізовану сенсорну поверхню ППР із модифікованими НЧЗ для утворення цілісної гібридизаційної біосенсорної системи.

Вперше в галузі оптичної біосенсорики створено біосенсорну сендвіч-систему, здатну до детекції олігонуклеотидного маркера гена *BCR-ABL1* у єдиному вимірювальному циклі тривалістю близько 60 хвилин. Для подолання принципової методологічної перешкоди, пов'язаної з високою полідисперсністю НЧЗ, синтезованих звичайним методом, запропоновано оригінальний спосіб синтезу монодисперсних НЧЗ у малих об'ємах із застосуванням контролю тривалості синтезу та з використанням AuCl_3 як джерела атомів Au. Розроблена система демонструє аналітичні характеристики, значно кращі за характеристики традиційного ППР-біосенсора, зокрема, її межа детектування є меншою в 625 разів, що робить її більш перспективною для детекції малих концентрацій досліджуваного онкомаркера.

Отримані результати мають потенціал для розробки нових оптичних біосенсорних систем у клінічній діагностиці, що повністю відповідає сучасним запитам персоналізованої онкології.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, що відповідає вимогам, які висуваються до дисертацій, затвердженим наказом МОН України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12 січня 2017 р. №40 та положенню Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», » (зі змінами, внесеними згідно із Постановою Кабінету Міністрів України №341 від 21.03.2022р., Постановою Кабінету Міністрів України №502 від 19.05.2023р. та Постановою Кабінету Міністрів України № 507 від 03.05.2024).

За результатами дисертаційної роботи здобувачем опубліковано 5 статей у наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus (сумарний

імпакт-фактор становить 6,969), та 9 тез доповідей на вітчизняних та міжнародних наукових конференціях, оформлено 3 патенти.

Статті в наукових виданнях

1. *Sobolevskyi M.S., Lopatynskyi 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.
2. Золотопупова С.С., Худецький І.Ю., **Соболевський М.С.** Біобезпека виробництва та використання ДНК-біосенсорів. *Біомедична інженерія і технологія* 2025, 17.
3. *Sobolevskyi M.S., Kucherenko I.S., Lopatynskyi A.M., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O.* Synthesis of monodisperse nanospheres by citrate reduction of AuCl₃ for their usage in DNA hybridization biosensors. *Biotechnologia Acta T.* 2025, 18, 96-99.
4. *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.
5. *Sobolevskyi M.S., Soldatkin O.O., Lopatynskyi 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.

Патенти

1. **Соболевський М.С., Солдаткін О.О., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П.** Біосенсорна система для визначення послідовності олігонуклеотидів філадельфійської хромосоми. Патент на винахід №130005.
2. **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.
3. **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.

Тези доповідей на наукових конференціях

1. *Sobolevskyi M.S., Lopatynskyi 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.
2. *Sobolevskyi M.S., Kucherenko I.S., Lopatynskyi 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.
3. *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.
4. *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.
5. *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.
6. *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.
7. *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.
8. *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.
9. *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.

**У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні)
та висловили зауваження:**

Телегесв Геннадій Дмитрович, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу молекулярної генетики Інституту молекулярної біології і генетики НАН України. Оцінка позитивна без зауважень.

Кашуба Володимир Іванович, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН

України, завідувач відділу молекулярної оногенетики ІМБГ НАН України надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. С. 39 – не до кінця є зрозумілим термін «шумовий сигнал» у контексті визначення межі детектування.
2. Розділ 2.2 – бракує пояснення міркувань, з яких був обраний саме цей спектрометр ППР.
3. С. 115 – яким чином НЧЗ зі складу біосенсорної системи можуть вступити в контакт із організмом для проявлення їх можливих генотоксичних властивостей?
4. Розділ 3 – був би доречним аналіз реальних біологічних зразків.

Антоненко Світлана Василівна, кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу молекулярної генетики ІМБГ НАН України надала позитивну рецензію із зауваженнями:

1. Наскільки стабільними є наночастинок золота під час зберігання та використання? Які фактори можуть вплинути на відтворюваність результатів біосенсорного аналізу?
2. Чи може запропонована біосенсорна система бути використана не лише для первинного виявлення молекулярного маркера ХМЛ, а й для моніторингу молекулярної відповіді пацієнта на терапію?
3. Відомо, що прогресування ХМЛ від хронічної фази до фази акселерації та бластної кризи супроводжується накопиченням додаткових генетичних порушень. Чи може запропонована біосенсорна платформа бути адаптована для одночасної або послідовної детекції інших генетичних змін, пов'язаних із прогресуванням ХМЛ?

Курдиш Іван Кирилович, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу мікробіологічних процесів на твердих поверхнях Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України надав позитивний відгук із зауваженнями, запитаннями та побажаннями:

1. Розділ 1 – які переваги використання в гібридизаційних ППР-біосенсорах саме НЧЗ, а не інших наноструктур?
2. Розділ 2 – які переваги використання приладу «Плазмон-6» як фізичного перетворювача?
3. Розділ 2 – Недостатньо висвітлені практичні аспекти адаптації розробленої біосенсорної системи для детекції інших ДНК-маркерів.
4. Розділ 3 – чи можливо детектувати точкові мутації гена Bcr-Abl розробленою біосенсорною системою?
5. Розділ 3 – відсутній аналіз реальних біологічних зразків.

Поєдинок Наталія Леонідівна, доктор біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник кафедри трансляційної медичної біоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» надала позитивний відгук із зауваженнями та побажаннями:

1. С. 39 – Визначення межі детектування містить фразу «шумовий сигнал». Чи мається тут на увазі величина стандартного відхилення відгуків біосенсора в сталих умовах?

2. С. 67 – Яка концентрація соляної кислоти використовувалась для повторної переробки чутливих елементів?
3. Робота неодноразово порушує питання біобезпечності НЧЗ в біосенсориці, але не конкретизує, в який спосіб вони можуть потрапити всередину організму людини з настанням патологічних наслідків.
4. Розділ 1.3 Огляд літератури не містить даних щодо можливих переваг і недоліків використання наноструктур різної форми та хімічного складу для посилення ППР.
5. Розділ 3 – на мою думку, варто було б випробувати розроблену біосенсорну систему для детекції маркерів ХМЛ на реальних біологічних зразках.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує ступінь доктора філософії в галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада постановила:

1. Присудити Максиму СОБОЛЕВСЬКОМУ ступінь доктора філософії з галузі знань 09 - Біологія, спеціальність - 091 Біологія.
2. Рішення разової спеціалізованої ради затвердити.
3. Підготувати наказ про видачу Максиму СОБОЛЕВСЬКОМУ диплома доктора філософії та додатка до нього європейського зразка.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



(підпис)

Геннадій ТЕЛЕГЕСВ