

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

т.в.о. директора Інституту
молекулярної біології і генетики
НАН України, д.б.н., професор,
академік НАН України

Валерій ФІЛОНЕНКО
“16” липня 2026 р.



ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації**

на тему «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі
посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для
аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії»
на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 09 Біологія
за спеціальністю 091 Біологія

ВИТЯГ

із протоколу засідання об'єднаного семінару відділу біомолекулярної
електроніки, відділу молекулярної онкогенетики та відділу молекулярної
генетики ІМБГ НАН України від “15” червня 2026 р.

З метою надання висновку про наукову новизну, теоретичне та
практичне значення результатів дисертації 15 червня 2026 року на
об'єднаному семінарі наукових відділів ІМБГ НАН України – здобувач
ступеня доктора філософії Соболевський Максим Сергійович публічно
презентував наукові результати дисертації на тему «Розробка високочутливої
біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота
поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної
мієлоїдної лейкемії».

Присутні. Головуючий на засіданні – д.б.н., зав. відділу, професор Телегєєв Г.Д., д.б.н., ст.н.с. Сергєєва Т. А., д.б.н., ст.н.с. Солдаткін О.О., к.б.н., ст.н.с. Білоїван О.А., к.б.н., ст.н.с. Архипова В.М., д.б.н., зав. відділу, професор Кашуба В.І., д.б.н., проф., академік НАН України, гол. наук. співр. Дзядевич С.В., к.б.н., н.с. Папуга О.С., к.б.н., ст.н.с. Антоненко С.В., к.б.н., ст.н.с. Гур'янов Д.С., м.н.с. Беркета К.О., м.н.с. Бахмат В.А., к.б.н., н.с. Карпенко Ю.С.

На засіданні були присутні 20 осіб, у тому числі 6 докторів біологічних наук, 6 кандидатів біологічних наук.

Порядок денний. Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта відділу біомолекулярної електроніки Соболевського Максима Сергійовича на тему «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії», поданого на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія.

Дисертація виконувалася у відділі біомолекулярної електроніки Інституту молекулярної біології і генетики НАН України. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Інституту молекулярної біології і генетики НАН України (протокол № 8-б від 06 грудня 2022 року).

Науковий керівник – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу біомолекулярної електроніки Інституту молекулярної біології і генетики НАН України Солдаткін Олександр Олексійович.

З дисертаційною роботою попередньо ознайомилися доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу молекулярної онкогенетики ІМБГ НАН України Кашуба В.І. та кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу молекулярної генетики ІМБГ НАН України Антоненко С.В.

Виступили.

Здобувач Соболевський Максим Сергійович представив презентацію за основними положеннями дисертації на тему «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії», поданої на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія.

З відгуком на роботу виступили рецензенти - доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу молекулярної онкогенетики ІМБГ НАН України Кашуба В.І. та кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу молекулярної генетики ІМБГ НАН України Антоненко С.В., які дали позитивну оцінку виконаній роботі, підкреслили її наукову новизну та актуальність створення новітніх сенсорних систем для детекції маркера хронічної мієлоїдної лейкемії, виокремили високий теоретичний та експериментальний рівень проведеного дослідження.

В обговоренні також взяли участь: д.б.н., проф., академік НАН України, гол. наук. співр. Дзядевич С.В., д.б.н., проф., зав. відділу Телегеев Г.Д., д.б.н., ст.н.с. Сергеева Т.А.

На засіданні обговорили проєкт висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії».

Актуальність теми. В сучасній лабораторній діагностиці та в фундаментальних біологічних дослідженнях одне з головних місць займають методи визначення ДНК та РНК. Завдяки великому об'єму накопичених даних про геноми живих організмів та широкій сфері їх застосування, за останні 70 років була розроблена та вдосконалена ціла низка аналітичних методів, які дозволяють встановлювати наявність, концентрацію та послідовність азотистих основ полінуклеотидів у досліджуваних зразках. Наразі більшість потреб молекулярної біології в галузі генетичних досліджень задовольняється із використанням наступних методик: кількісна

полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), секвенування, Саузерн- та Нозерн-блотинг і гібридизаційні ДНК-біосенсиори. Серед усіх сучасних методів гібридизаційні ДНК-біосенсиори є найбільш перспективними для швидкої та економічної детекції олігонуклеотидних діагностичних маркерів різноманітних захворювань. Прикладом захворювання, яке на ранньому етапі діагностують лише за молекулярними маркерами, є хронічна мієлоїдна лейкемія (ХМЛ).

Сучасними молекулярно-біологічними методами виявлення олігонуклеотидних біомаркерів є кількісна полімеразна ланцюгова реакція та біосенсиори на основі колориметрії, імпедіометрії, вольтамметрії та ППР. Найпоширенішими у медичній діагностиці є методи з використанням полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).

Попри наявності в ПЛР таких переваг, як низька межа детектування та значна гнучкість методики стосовно аналізованих ДНК-послідовностей, з нею пов'язана низка фундаментальних недоліків. Так, фундаментальним викликом у ПЛР-діагностиці ХМЛ є наявність багатьох альтернативних мутацій, які ведуть до розвитку цього захворювання. Для уникнення хибнонегативних результатів необхідне передбачення можливості детектування будь-якого з відповідних молекулярних маркерів, що в випадку ПЛР означає наявність у кожному одноразовому діагностичному наборі праймерів, які відповідають багатьом варіантам гібридного гена BCR-ABL1. Іншим викликом у розробці ПЛР-тестів на ХМЛ є забезпечення їхньої простоти та доступності. Сучасні системи для ПЛР-тестування на ХМЛ є або дороговартісними автоматичними апаратами, такими як Xpert BCR-ABL1 Monitor Assay виробництва Cepheid (США), або дешевшими тестовими наборами, які вимагають від лабораторного працівника більшої технічної обізнаності та пов'язані з більшим ризиком контамінації зразків під час їх обробки. В обох випадках суттєвою складовою вартості ПЛР-аналізу є реагенти, які не використовуються повторно: праймери, ферменти та флуоресцентні мітки.

Багаторазове використання біомолекул можливе в біосенсорних методах діагностики ХМЛ, серед яких найбільш простими та придатними для

масштабування є гібридизаційні ДНК-біосенсиори на основі спектроскопії поверхневого плазмонного резонансу. Єдиним їх технічним недоліком, який стоїть на заваді їх впровадженню в клінічну діагностику ХМЛ, є зависока межа детектування. Способом покращення аналітичних характеристик ДНК-біосенсорів є модифікація олігонуклеотидів, які зв'язуються з їх поверхнею, наночастинками золота (НЧЗ). Цей формат вимірювання, відомий як сендвіч-аналіз, передбачає утворення хімічних зв'язків між лігандом зонда, цільовою молекулою та міченим лігандом, на жаль, при розробці біосенсорів для діагностики маркерів ХМЛ ще не застосовувався.

Таким чином, розробка НЧЗ-вмісної гібридизаційної біосенсорної системи на основі спектрометрії ППР із забезпеченням низької межі детектування та високої відтворюваності сендвіч-аналізу є актуальною науковою задачею, що має важливе практичне значення для медичної діагностики.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає основному плану науково-дослідних робіт відділу біомолекулярної електроніки Інституту молекулярної біології і генетики НАН України та виконувалась в рамках наступних проєктів: ● «Дослідження нових підходів інтеграції біологічного матеріалу з мікроелектронними датчиками в портативних системах персоніфікованої медицини» за конкурсом НФДУ «Передова наука в Україні 2026-2028» (№ держ. реєстрації 0126U003404, 2026-2028 рр.); Дослідження особливостей формування сучасних біоселективних елементів на основі наноматеріалів різної природи для електрохімічних біосенсорів та сенсорних масивів із заданими та керованими властивостями", за конкурсом НФДУ «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» (№ держ. реєстрації 0120U104529, 2020-2022 рр.); НДР в рамках цільової програми наукових досліджень НАН України «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» «Високопродуктивний спектрометр ППР з сенсорним чипом у форматі мікромасиву (мікроарею). Розробка приладу і програмного забезпечення. Розділ 1. Розробка приладу і програмного забезпечення». Номер держреєстрації 0120U105250 (2014 – 2018); НДР в

рамках цільової програми наукових досліджень НАН України «Розумні» сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» «Високопродуктивний спектрометр ППР з сенсорним чипом у форматі мікромасиву (мікроарею). Розробка приладу і програмного забезпечення. Розділ 2. Дослідна експлуатація». Номер держреєстрації 0118U005170 (2018 – 2022); Відомча тематика 2.2.4.22 «Нові електрохімічні та оптичні біосенсиори на основі функціональних наноструктурованих матеріалів» (№ держ. реєстрації 0117U002879, 2018-2022 рр); Відомча тематика 2.2.4.22 «Складні мультифункціональні біосенсорні системи на основі ензимів, каскадів ензиматичних реакцій та біоміміків» (№ держ. реєстрації 0123U100964, 2023-2027 рр); Проєкт «Використання золотих наночастинок для покращення операційних характеристик ДНК-сенсорів на базі поверхневого плазмонного резонансу» в рамках Грантів НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки 2024-2025 рр. Номер держреєстрації 0124U002066; грант № 951887 «BioNanoSens «Deeping collaboration on novel biomolecular electronics based on «smart» nanomaterials», профінансований Horizon 2020 (2020-2024 рр.); грант SFI-PD-Ukraine-00017453 від Simons Foundation на підтримку Інституту молекулярної біології і генетики (2024-2026 рр.).

Мета і завдання роботи. Метою роботи була розробка та оптимізація високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для сендвіч-аналізу концентрації олігонуклеотидної послідовності гена *BCR-ABL1*, як маркера хронічної мієлоїдної лейкемії.

Відповідно до мети роботи було визначено наступні завдання:

1. Продемонструвати та довести можливість застосування наночастинок золота для біосенсорної детекції взаємодій між молекулами ДНК онкогена *BCR-ABL1*.
2. Довести можливість покращення аналітичних характеристик ППР-біосенсора для детекції маркера ХМЛ за рахунок використання наночастинок золота.

3. Запропонувати та оптимізувати процедуру сендвіч-аналізу та принцип функціонування біосенсорної системи на його основі.
4. Розробити методику синтезу НЧЗ та процедуру модифікації їх поверхні задля забезпечення їх біобезпечності, прецизійності розміру, біофункціональності та колоїдної стабільності.
5. Оцінити вплив параметрів досліджуваних розчинів на роботу розроблюваної системи та підібрати оптимальні умови її функціонування.
6. Вивчити відтворюваність роботи біосенсорної системи при визначенні олігонуклеотидної послідовності гена *BCR-ABL1*.
7. Дослідити аналітичні характеристики розробленої біосенсорної системи та підтвердити перспективність запропонованого діагностичного методу.

Об'єкт дослідження. Гібридизаційна ДНК-біосенсорна система для детекції олігонуклеотидної маркерної послідовності онкогена *BCR-ABL1* та НЧЗ-вмісна біосенсорна сендвіч-система на їх основі.

Предмет дослідження. Біохімічні та фізичні аспекти виготовлення та експлуатації високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії, оптимальні умови зберігання колоїдного компонента біосенсорної сендвіч-системи, а саме: вивчення механізмів синтезу, біофункціоналізації та колоїдної стабілізації НЧЗ, іммобілізації олігонуклеотидів на чутливий елемент ППР, гібридизації іммобілізованих зондових олігонуклеотидів із олігонуклеотидами-мішенями з досліджуваного зразка.

Методи дослідження. У роботі використано наступні методи досліджень: спектрометрію ППР – як основний метод реєстрації аналітичного сигналу біосенсорів та біосенсорних систем при визначенні наявності та концентрації олігонуклеотидної послідовності онкогена *BCR-ABL1*; спектрофотометрію – для визначення концентрації біофункціоналізованих НЧЗ, які використовуються в якості колоїдного компонента розробленої сендвіч-системи; фотонну кореляційну

спектроскопію – як метод визначення розміру та дисперсності новосинтезованих НЧЗ; методи синтезу НЧЗ (цитратне відновлення за Туркевичем) – для формування наночастинок золота, призначених для подальшої біофункціоналізації та включення в розроблену сендвіч-систему; метод трансмісійної електронної мікроскопії – для аналізу стану агрегації різних зразків НЧЗ; методи статистичної обробки даних – для визначення достовірності та відтворюваності отриманих результатів і розрахунку аналітичних характеристик біосенсорів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше розроблена математична модель для розрахунку фізичних параметрів ППР-біосенсорних систем та оцінки їх придатності для детектування біомолекул різних лінійних розмірів. З допомогою цієї моделі доведено доцільність використання НЧЗ для розробки ППР-біосенсорної системи для детекції олігонуклеотидного маркера ХМЛ із покращеними аналітичними характеристиками.

Вперше досягнуто підвищення чутливості, селективності та межі детектування ППР-сенсорів для визначення олігонуклеотидного маркера ХМЛ при використанні біофункціоналізованих НЧЗ.

Розроблено новітню біосенсорну систему для детекції олігонуклеотидної послідовності онкогена *BCR-ABL1* (патент на винахід № 130005 та патент на корисну модель № 156960) на основі посиленої НЧЗ спектрометрії поверхневого плазмонного резонансу.

Розроблено нову спеціалізовану процедуру синтезу прецизійних біобезпечних наночастинок золота з низькою дисперсністю (патент на корисну модель № 163065 та подано патент на винахід).

Розроблено та оптимізовано нову процедуру модифікації НЧЗ ДНК-зондами, меркаптогексаною та ліпосою кислотою задля забезпечення колоїдної стабільності та біофункціональності НЧЗ у складі розробленої біосенсорної системи.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена біосенсорна система перевершує традиційні методи аналізу за межею детектування, простотою експлуатації, низькою собівартістю вимірювання та можливістю до мініатюризації та автоматизації процедури аналізу. Порівняно з існуючими біосенсорами для ДНК-маркерів ХМЛ, розроблена система є першою високочутливою НЧЗ-вмісною сендвіч-системою, що відкриває можливості для її адаптації до всіх фізичних перетворювачів біосенсорного сигналу, чутливих до наночастинок золота. Розроблений спосіб синтезу НЧЗ розрахований на практичне використання в умовах обмежених ресурсів та потреби в малих об'ємах прецизійних наносфер золота.

Розпочато метрологічну атестацію і впровадження розробленої системи: в ДП «Укрметртестстандарт» затверджено методику біофункціоналізації НЧЗ № МВ 030-36-2025 (Додаток 3). Матеріали дисертаційної роботи були використані в лекціях та практичних та лабораторних роботах кафедри трансляційної медичної біоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (Додаток 1) та кафедри молекулярної біології та біоінформатики Інституту високих технологій Київського національного університету (Додаток 2).

Особистий внесок здобувача. Основний обсяг експериментальних досліджень, викладених у дисертації, отримано за безпосередньої участі автора. Здобувачем самостійно проведено планування та виконання основних експериментів, оптимізацію складу середовища іммобілізації й гібридизації ДНК та умов вимірювання, біофункціоналізацію НЧЗ, розробку та експлуатацію НЧЗ-вмісної біосенсорної системи для сендвіч-аналізу зразків на ДНК-маркер ХМЛ, статистичну обробку та інтерпретацію отриманих даних, підготовку публікацій до друку. Математичне моделювання процесів повного внутрішнього відбиття та ППР проведено в Інституті фізики напівпровідників НАН України спільно з к.т.н. Дорожницьким С.В. та к.т.н. Самойловим А.В. Синтез НЧЗ та вимірювання параметрів ново синтезованих

НЧЗ методом фотонної кореляційної спектроскопії проведено в Інституті фізики напівпровідників НАН України у співпраці з к.фіз-мат.н. Лопатинським А.М. та д.фіз-мат.н. Чегелем В.І. Спектрофотометричне визначення колоїдної стабільності НЧЗ в різних хімічних середовищах здійснено спільно з Голубевим І.Ю. Дослідження агрегації НЧЗ методом трансмісійної електронної мікроскопії виконано в Інституті мікробіології та вірусології НАН України у співпраці з к.б.н. Харчуком М.С. Технічну підтримку щодо апаратного та програмного забезпечення надавали в Інституті фізики напівпровідників НАН України к.т.н. Ляпін О.М. та к.т.н. Христосенко Р.В. Визначення оптимальних параметрів іммобілізації зондової ДНК виконувалося спільно з к.б.н. Рачковим О.Е. Консультації щодо розробки біосенсорної системи проводились к.б.н. Мацишиним М.О., академіком НАН України, д.б.н., проф. Дзядевичем С.В. та академіком НАН України, д.б.н., проф. Солдаткіним О.П. Планування досліджень, обговорення та аналіз отриманих результатів проводились разом із науковим керівником, д.б.н., с.н.с О.О. Солдаткіним. Особистий внесок здобувача у спільних публікаціях зазначено в анотації до дисертації.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 5 статей у наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus (сумарний імпакт-фактор становить 6,21), та 9 тез доповідей на вітчизняних та міжнародних наукових конференціях, метрологічно затверджено 1 методику визначення, оформлено 3 патенти:

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. <https://doi.org/10.3390/mi17040426>.
2. Золотопупова С.С., Худецький І.Ю., Соболевський М.С. Біобезпека

виробництва та використання ДНК-біосенсорів. Біомедична інженерія і технологія 2025, 17. <https://doi.org/10.20535/.2025.17.331628>.

3. Sobolevskyi M.S., Kucherenko. I.S., Lopatynskyi A.M., Dzyadevych S.V., Soldatkin O.O. Synthesis of monodisperse nanospheres by citrate reduction of AuCl_3 for their usage in DNA hybridization biosensors. *Biotechnologia Acta T.* 2025. 18, 96-99. <https://doi.org/10.15407/biotech18.02.096>.
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. <https://doi.org/10.20535/ibb.2025.9.2.310991>.
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. <https://doi.org/10.1007/s13204-023-02930-2>.

Апробація результатів дослідження. Результати дисертаційного дослідження були апробовані на вітчизняних та міжнародних наукових конференціях: Deuxièmes Rencontres Capteurs de l'Université Bourgogne Franche Comté (м. Діжон, Франція, 24–25 листопада 2022 р.); Міжнародна конференція «Nanotechnology and Nanomaterials» НАНО-2023 (м. Львів, Україна, 16–19 серпня 2023 р.); XVIII Всеукраїнська конференція молодих вчених Інституту молекулярної біології і генетики НАН України (м. Київ, Україна, 21–22 травня 2024 р.); Міжнародна конференція «Nanotechnology and Nanomaterials» НАНО-2024 (м. Ужгород, Україна, 21–24 серпня 2024 р.); Міжнародна конференція «Biogenext» (м. Київ, Україна, 17–20 вересня 2024 р.); IV Міжнародна науково-практична конференція «Природничі науки та освіта: сучасний стан і перспективи розвитку» 7-8 листопада, 2024 р.;

Конференція «Актуальні проблеми біохімії та біотехнології» (м. Київ, Україна, 5–6 травня 2025 р.); XIX Всеукраїнська конференція молодих вчених Інституту молекулярної біології і генетики НАН України (м. Київ, Україна, 20–21 травня 2025 р.).

УХВАЛИЛИ:

1. Дисертаційна робота Соболевського Максима Сергійовича на тему «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії», є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає всім вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія.

2. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи Соболевського Максима Сергійовича на тему «Розробка високочутливої біосенсорної системи на основі посиленого наночастинками золота поверхневого плазмонного резонансу для аналізу ДНК-маркера хронічної мієлоїдної лейкемії».

3. Рекомендувати вченій раді Інституту молекулярної біології і генетики НАН України затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Голова ради:

Телегєєв Геннадій Дмитрович, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу молекулярної генетики Інституту молекулярної біології і генетики НАН України.

Рецензенти:

Кашуба Володимир Іванович, член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу молекулярної онкогенетики ІМБГ НАН України.

Антоненко Світлана Василівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу молекулярної генетики ІМБГ НАН України.

Опоненти:

Курдиш Іван Кирилович, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу мікробіологічних процесів на твердих поверхнях мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, відомий вчений у сфері біосенсорики.

Поєдинок Наталія Леонідівна, доктор біологічних наук (за спеціальністю біотехнологія), доцент, старший науковий співробітник кафедри трансляційної медичної біоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Голова об'єднаного семінару

доктор біологічних наук,

професор, завідувач відділу молекулярної генетики

ІМБГ НАН України



Геннадій ТЕЛЕГЕЄВ

