

**НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ: БІОСЕНСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ. БІОСЕНСОРИ НА ОСНОВІ БІОМАКРОМОЛЕКУЛ ТА БІОМІМЕТИКІВ**

**Дисципліна вільного вибору аспіранта  
 ДВА.3.01.01**

**ВИКЛАДАЧ:**

Сергеєва Тетяна Анатоліївна, докт.біол.наук, с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту молекулярної біології і генетики НАНУ, завідувач кафедри біології ІМБіГ НАНУ  
 e-mail: t\_sergeyeva@yahoo.co.uk

**ЗАГАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ:** 3 кредити ЄКТС

**Заняття в аудиторії:** 30 години (12 годин – лекційні заняття, 10 годин – семінарські заняття, 6 годин – модульні контрольні роботи, 2 години – консультація)

**Самостійна робота слухачів курсу:** 60 годин.

**АНОТАЦІЯ**

Дисципліна «Біосенсорні технології. Біосенсори на основі біомакромолекул та біоміметиків» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки аспірантів зі спеціальності біологія на першому році навчання. Вона забезпечує особистісний і професійний розвиток аспіранта та спрямована на отримання знань, необхідних для розробки, створення та адекватної оцінки можливості практичного застосування як нових біоаналітичних приладів та методів із залученням сучасних технологій, так і традиційних біохімічних, імунохімічних та фізико-хімічних методів.

**МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ:**

ознайомлення з основними поняттями нової галузі науки – біосенсорика, отримання фундаментальних знань з питань розробки та створення нових методів аналітичної біотехнології (біосенсорних пристроїв як на основі природних ферментів та рецепторів, так і їх штучних аналогів), створення біосенсорів з різним типом вимірювання біохімічного сигналу, синтезу штучних аналогів біологічних макромолекул (біоміметиків), а також підготовка аспіранта, як ефективного викладача вищої школи, спроможного критично оцінювати спеціальну літературу в галузі аналітичної біотехнології.

**РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ І ФОРМИ ОЦІНЮВАННЯ**

| Результати навчання  | Методи викладання і навчання | Форми оцінювання   |
|--|------------------------------|--|
| <i>Здобувач повинен знати:</i> підходи до створення біоаналітичних пристроїв нового покоління – біосенсорів, сутність методів інтеграції біологічних макромолекул з фізичними перетворювачами, а також основні підходи до створення біосенсорів різних типів, синтезу штучних аналогів біологічних макромолекул (біоміметиків), мати фундаментальні знання | Лекції, семінарські заняття  | Модульні контрольні роботи; оцінювання презентацій на семінарських заняттях; іспит з дисципліни. |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>щодо принципів роботи фізичних перетворювачів сигналу та біохімічних реакцій, що лежать в основі функціонування сенсорів каталітичного типу та афінних сенсорів.</p> <p><i>Аспірант повинен вміти:</i> творчо використовувати отримані фундаментальні знання у сфері професійної діяльності для розв'язання нових задач у галузі аналітичної біотехнології, біохімії, молекулярної біології, використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання щодо розробки, створення та застосування як біосенсорів/сенсорних систем та методів із залученням сучасних технологій, так і традиційних біохімічних, імунохімічних та фізико-хімічних методів.</p> |  |  |
|---|--|--|

## ЗМІСТ КУРСУ

### Вступне слово

В курсі детально розглядаються фізико-хімічні та біологічні основи біосенсорики: I модуль (1 кредит) – сучасні фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричний, основні підходи до інтеграції біомолекул з фізичними перетворювачами; II модуль (1 кредит) – біологічна основа сенсорних пристроїв, селективні елементи біосенсорів каталітичного та афінного типів; III модуль (1 кредит) – сучасні підходи до створення біосенсорів: біосенсорні пристрої на основі штучних аналогів біорецепторів та застосування наноматеріалів у біосенсоріці.

Програма курсу «Біосенсорні технології. Біосенсори на основі біомакромолекул та біоміметиків» створена відповідно до вимог підготовки докторів філософії у вищих навчальних закладах та наукових установах і відповідає навчальному плану підготовки докторів філософії за спеціальністю «091 – біологія» кафедри біології Інституту молекулярної біології і генетики НАН України.

Курс «Біосенсорні технології. Біосенсори на основі біомакромолекул та біоміметиків» є необхідною складовою підготовки спеціалістів у галузі аналітичної біотехнології, а саме аналітичних пристроїв нового покоління - біосенсорів. Курс охоплює як історичні аспекти та передумови виникнення біосенсорики, так і сучасні досягнення у цій галузі, а також тенденції та перспективи розвитку світової біосенсорної науки. Особливу увагу приділено принципам створення та функціонування біосенсорів, застосуванню наноматеріалів у

біосенсориці, а також штучних аналогів біологічних макромолекул, як альтернативи природним ферментам, антитілам та рецепторам.

Окрім фундаментальних знань з біосенсорики, у програмі курсу подано матеріал із практичного застосування здобутих знань зі створення біосенсорів у сучасній біології. Знання, здобуті в результаті засвоєння курсу, можуть бути використані випускниками в подальшій діяльності в галузі біотехнології та молекулярної біології. Програма курсу є міждисциплінарною, містить теми із суміжних галузей науки, зокрема, органічної та біоорганічної хімії, фізики та біоінформатики.

Курс розраховано на здобувачів, які вже ознайомилися з базовими біологічними дисциплінами, зокрема такими як біохімія, загальна мікробіологія та імунологія, генетика, та молекулярна біологія.

### Тематичний план

| № лекції  | Назва лекції   | Кількість годин |          |             |    | Модульна контроль на робота |
|---|--|-----------------|----------|-------------|----|-----------------------------|
|   |  | лекції          | семінари | лабораторні | СР |                             |
| <b>Змістовний модуль 1: Сучасні фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричний, основні підходи до інтеграції біомолекул з фізичними перетворювачами (1 кредит)</b> |  |                 |          |             |    |                             |
| 1   | <u>Вступ до біосенсорики.</u> Передумови виникнення біосенсорики. Визначення біосенсору. Класифікації біосенсорних пристроїв. Типи біоселективних елементів та перетворювачів. Переваги та недоліки. Основні робочі характеристики біосенсорів.<br><u>Імобілізація біомолекул на поверхні фізичних перетворювачів.</u> Фізична імобілізація (адсорбція, включення до складу інертного полімеру, імобілізація з використанням напівпроникних мембран, застосування афінних взаємодій). Хімічна імобілізація (ковалентна імобілізація на поверхні фізичного перетворювача, основні типи реакцій) Імобілізація у полімерних матрицях із застосуванням біфункціональних зшиваючих агентів. | 2               | 2        |             | 10 |                             |
| 2   | <u>Фізичні перетворювачі біологічного сигналу.</u> Сенсори на основі електрохімічних перетворювачів. <i>Амперометричні біосенсори.</i> Типи амперометричних сенсорів та принципи їх роботи. Типи електродів для амперометричного методу вимірювань. <i>Потенціометричні біосенсори</i> на основі іон-селективних польових транзисторів (ІСПТ). Принцип роботи сенсорів на основі ІСПТ.   | 2               | 2        |             | 10 |                             |

|  |   |           |           |  |           |          |
|--|---|-----------|-----------|--|-----------|----------|
|  | Приклади потенціометричних ензимосенсорів. <i>Кондуктометричні біосенсиори</i> . Принцип кондуктометричного методу вимірювань. Типи електродів для кондуктометричних вимірів. Приклади кондуктометричних ензимосенсорів. Біосенсиори на основі оптичних перетворювачів, оптичних волокон, спектрометрів поверхневого плазмонного резонансу, п'єзоелектричних перетворювачів та термісторів. |           |           |  |           |          |
|  | <b>Модульна контрольна робота №1</b>  |           |           |  |           | <b>2</b> |
| <b>ЗМ2: Біологічна основа сенсорних пристроїв, селективні елементи біосенсорів каталітичного та афінного типів (1 кредит)</b>  |   |           |           |  |           |          |
| 3  | <u>Селективні елементи біосенсорів каталітичного типу.</u> Сенсори на основі іммобілізованих ферментів, мікроорганізмів, живих тканин, надмолекулярних клітинних структур, штучних ферментів.   | 2         | 2         |  | 10        |          |
| 4  | <u>Селективні елементи біосенсорів некаталітичного типу.</u> Афінні сенсори. Імуносенсиори, ДНК-сенсори, аптасенсиори.  | 2         | 2         |  | 10        |          |
|  | <b>Модульна контрольна робота №2</b>  |           |           |  |           | <b>2</b> |
| <b>ЗМ3: Сучасні підходи до створення біосенсорів: біосенсорні пристрої на основі штучних аналогів біорецепторів та застосування наноматеріалів у біосенсориці (1 кредит)</b> |   |           |           |  |           |          |
| 5  | <u>Сучасні підходи до створення нового покоління біосенсорів.</u> Сенсори на основі біоміметиків. Принцип молекулярного імпринтингу. Ковалентний та нековалентний молекулярний імпринтинг. Класифікація молекулярно-імпринтованих полімерів (МІП). Основні складові МІП. Застосування МІП у аналітичній біотехнології як альтернативи антитілам, рецепторам та ферментам.                   | 2         | 2         |  | 10        |          |
| 6  | <u>Наноматеріали у біосенсориці.</u> Визначення. Основні класи наноматеріалів. Квантові точки у біосенсориці. Вуглецеві наноматеріали для створення біосенсорів. Наночастинки металів та магнітні частинки у біосенсориці.  | 2         |           |  | 10        |          |
|  | <b>Модульна контрольна робота №3</b>  |           |           |  |           | <b>2</b> |
|  | <b>ВСЬОГО</b>   | <b>12</b> | <b>10</b> |  | <b>60</b> | <b>6</b> |

#### УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

| Форми оцінювання | Кількість | Максимум балів за 1 | Разом |
|------------------|-----------|---------------------|-------|
| Модульна         | 3         | 20                  | 60    |

|   |   |   |            |
|---|---|---|------------|
| контрольна робота                                   |   |   |            |
| Доповідь і презентація на семінарі за обраною темою | 3 | 5 | 15         |
| Іспит   | 1 |   | 25         |
| <b>Разом</b>  |   |   | <b>100</b> |

### ВИМОГИ І КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

| Види робіт                     | Кількість балів за один вид робіт | Критерії оцінювання   |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| Модульна контрольна робота     | 20                                | Роботу виконано і подано вчасно; автор демонструє належний рівень знань, розуміє основи сучасної біосенсорики і принципи функціонування біосенсорних пристроїв, здатен аналізувати інформацію, мислити логічно.                     |
| Модульна контрольна робота     | 10-19                             | Роботу виконано і подано вчасно; автор демонструє розуміння не всіх принципів функціонування біосенсорних пристроїв.  |
| Модульна контрольна робота     | 1-10                              | Роботу виконано невчасно; автор демонструє прогалини у знаннях основних понять біосенсорики і принципів функціонування біосенсорних пристроїв.  |
| Доповідь та презентація        | 5                                 | Доповідь зроблена вчасно, використовуючи максимальну кількість сучасних наукових публікацій з обраної теми. Доповідь побудовано логічно та послідовно, автор розуміє проблематику питання та може відповісти на поставлені питання. |
| Доповідь та презентація        | 3-4                               | Доповідь зроблена вчасно, автор не повністю розуміє проблематику питання та може відповісти на частину поставлених питань.  |
| Доповідь та презентація        | 1-2                               | Доповідь зроблена невчасно, автор не розуміє проблематику питання, має істотні прогалини у знаннях, не може відповісти на питання.  |
| Участь в обговоренні доповідей | 0,5                               | Здобувач задає питання на семінарах, бере участь у дискусії.  |
|                                | 0                                 | Завдання не виконане у обумовлені викладачем терміни або містить плагіат.   |



**Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ЄКТС**

| За 100-бальною шкалою | За національною шкалою | За шкалою ЄКТС  |
|-----------------------|------------------------|---|
|                       | ІСПИТ                  |   |
| 91 – 100              | Відмінно               | <b>A</b><br>(відмінно)  |
| 81 – 90               | Добре                  | <b>B</b><br>(дуже добре)  |
| 71 – 80               |                        | <b>C</b><br>(добре)   |
| 66 – 70               | Задовільно             | <b>D</b><br>(задовільно)  |
| 60 – 65               |                        | <b>E</b><br>(достатньо)   |
| 40 – 59               | Незадовільно           | <b>FX</b><br>(незадовільно – з можливістю повторного складання) |
| 1 – 39                |                        | <b>F</b><br>(неприйнятно)                                       |

Мінімальний рівень оцінки за роботу в семестрі з курсу «Біосенсорні технології. біосенсори на основі біомакромолекул та біоміметиків» (допуск до іспиту) складає 40 балів. У разі отримання оцінки «неприйнятно» (нижче 40 балів) здобувач не допускається до складання іспиту. У разі отримання оцінки «незадовільно» здобувач має право на два перескладання: викладачеві та комісії. Максимальна підсумкова оцінка після перескладання може бути лише «задовільно».

### **ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ**

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу Академічної доброчесності ІМБГ НАНУ», затвердженого Вченою радою ІМБГ НАН України 10 вересня 2019 року, [http://imbg.org.ua/docs/education/IMBG\\_academic\\_integrity\\_code.pdf](http://imbg.org.ua/docs/education/IMBG_academic_integrity_code.pdf)

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основна:**

1. С.В.Дзядевич, О.П.Солдаткін. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / Київ: Наукова думка, 2006.
2. E.A.H.Hall, Biosensors. / Cambridge: Open University Press, 1991.
3. A.P.Serra, Biosensors. / Intech, 2010.
4. J.Y.Yoon, Introduction to biosensors. From electric circuits to immunosensor. / Springer, 2013.
5. F.G.Banica. Chemical sensors and biosensors. Fundamentals and applications / John Willey and Sons, LTD, 2012
6. G.Wulff Molecular imprinting in cross-linked materials with the aid of molecular templates – a way towards artificial antibodies // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. – 1995. – Vol. 34. – P. 1812–1832.

**Додаткова:**

7. S.Lim S.Cao, S.Piletsky, A.P.F.Turner, Molecularly imprinted catalysts. / Elsevier, 2016.
8. B.R. Eiggins, Chemical sensors and biosensors. / John Willey and Sons, LTD, 1998
9. Coulet P.R. What is biosensor // Biosensor principles and application / Eds. L.J.Blum, P.R.Coulet. – New York: Marcel Dekker, 1991.