

## 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. <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 побудована 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> (відмінно)
81 – 90	Добре	<b>B</b> (дуже добре)
71 – 80		<b>C</b> (добре)
66 – 70	Задовільно	<b>D</b> (задовільно)
60 – 65		<b>E</b> (достатньо)
40 – 59	Незадовільно	<b>FX</b> (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 39		<b>F</b> (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. М. Тривен, Имобилизованные ферменты. / Москва: Мирб 1983.
3. E.A.H.Hall, Biosensors. / Cambridge: Open University Press, 1991.
4. A.P.Serra, Biosensors. / Intech, 2010.
5. J.Y.Yoon, Introduction to biosensors. From electric circuits to immunosensor. / Springer, 2013.
6. F.G.Banica. Chemical sensors and biosensors. Fundamentals and applications / John Willey and Sons, LTD, 2012
7. 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:**

8. Г.А.Евтюгин, Г.К.Будников, Е.Е.Стойкова, Основы биосенсорики. / Казань, Казанский университет, 2007.
9. S.Lim S.Cao, S.Piletsky, A.P.F.Turner, Molecularly imprinted catalysts. / Elsevier, 2016.
10. B.R. Eggins, Chemical sensors and biosensors. / John Willey and Sons, LTD, 1998
11. Coulet P.R. What is biosensor // Biosensor principles and application / Eds. L.J.Blum, P.R.Coulet. – New York: Marcel Dekker, 1991.
12. А.П.Кудряшов. Биосенсорные устройства. Курс лекций. / Минск, БГУ, 2003.