

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра біотехнології та хімії

Робоча програма (силабус) освітнього компонента
БІОЛОГІЧНІ ТА ХІМІЧНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ
(вибірковий)

Спеціальність	G 21 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітня програма	Біотехнології та біоінженерія
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)

Розробник: Міллер Ольга Швець, к.пед.н., доцент кафедри біотехнології та хімії

Розглянуто, схвалено та затверджено на засіданні кафедри біотехнології та хімії	протокол від <u>03.06</u> 2025 р. № <u>25</u>	
	Завідувач кафедри	<u>Владислав КОВАЛЕНКО</u> (підпис)

Погоджено:

Гарант освітньої програми Владислав КОВАЛЕНКО
(підпис) (ПІБ)

Декан факультету, де реалізується освітня програма Ольга БАКУМЕНКО
(підпис) (ПІБ)

Рецензія на робочу програму(додається) надана:

Григорук Григорук В.Д.
(підпис) (ПІБ)

Григорук Григорук С.В.
(підпис) (ПІБ)

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації

Григорук Григорук
(підпис) (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 25.06 2025 р.

1.	Назва ОК	Біологічні та хімічні сенсорні системи	
2.	Факультет/кафедра	Агротехнологій та природокористування/ Біотехнології та хімії	
3.	Статус ОК	Вибірковий	
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для	«Біотехнології та біоінженерія»/ G 21 «Біотехнології та біоінженерія»»	
5.	ОК може бути запропонований для		
6.	Семестр та тривалість вивчення	Перший семестр	
7.	Кількість кредитів ЄКТС	5 кредитів ЄКТС 150 годин	
8.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття)	
		Лекційні	Самостійна робота
		30	76
9.	Мова навчання	українська	
10.	Викладач/Координатор освітнього компонента	Швець Ольга Григорівна	
11.1	Контактна інформація	Швець Ольга Григорівна доцент кафедри біотехнології та хімії корпус ветеринарної медицини каб.36 <i>e-mail: olgvasenko@gmail.com</i> <i>Телефон: (099)5670333</i>	
11.	Загальний опис освітнього компонента	Дисципліна «Біологічні та хімічні сенсорні системи» інтегрує знання фізики, хімії, біології щодо роботи біосенсорів, напівпровідникових структур мікро-, опто- та наноелектроніки, на основі яких створюються сенсорні системи. Проведення біотехнологічних досліджень потребує швидкого визначення хімічної природи та складу, як основного компоненту, так і можливих речовин-забруднювачів, що забезпечується за рахунок застосування сенсорів (датчиків), селективних до певної сполуки. Процедура такого тестування може бути елементом технології контролю забруднень довкілля або антропогенних впливів на нього і реалізується за з використанням як хімічних, так і біологічних сенсорних систем.	
12.	Мета освітнього компонента	Ознайомлення студентів з хімічними та біологічними сенсорними системами, які є датчиками на певні речовини і використовуються для виявлення та аналізу речовин в діагностичних цілях, при здійсненні моніторингу стану поживних середовищ і довкілля. Формування науково-дослідницької компетентності при проведенні аналізу середовищ з використанням сенсорних технологій та вирішенні практичних завдань у галузі біотехнологій та біоінженерії	
13.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	1. Освітній компонент базується на знаннях з дисциплін «Неорганічна та аналітична хімія», «Фізична та колоїдна хімія», «Органічна хімія», «Загальна та молекулярна біотехнологія», «Біохімія», «Методи біотехнологічних досліджень» 2. Освітній компонент є основою для вивчення «Проблемні питання сучасної біотехнології» та виконання кваліфікаційної роботи	
14.	Політика академічної доброчесності	Дотримання засад політики академічної доброчесності реалізується на засадах положень «Кодексу академічної доброчесності Сумського НАУ» від 28.10.2024 р. № 453/од	

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

15	Ключові слова	Методи аналізу, біотехнологія виробництв, біотехнологічні агенти, біологічні сенсори, хімічні сенсори, трансдюсер
16	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=5878

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен...»	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в ОП) ¹			Як оцінюється ДРН ²
	ПРН ₇	ПРН ₉	ПРН ₁₀	
ДРН 1. Вміти обирати оптимальні методи аналізу цільового продукту, використовуючи сучасні біологічні та хімічні сенсори.	+		+	Виконання індивідуального варіанта розрахункової роботи за темами модуля Презентація з доповіддю Тести множинного вибору
ДРН 2. Використовувати сенсорні методи для проведення моніторингу стану навколишнього середовища		+	+	

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу			Рекомендована література
	Аудиторна робота		Сам. робота	
	Лк	П.з / семін. з		
Модуль 1. Хімічні сенсорні системи				
Тема 1. Принципи і підходи до побудови сенсорів Виникнення біосенсорики. Перші біосенсори, біоелектрохімічне підґрунтя сенсорики та загальні принципи роботи біосенсорних пристроїв. Класифікації біосенсорів. Види електрохімічних систем та їх складові. Електрохімічне підґрунтя сенсорних технологій оніка. Іоніка. Електролітична дисоціація. Ступінь, константа дисоціації, закон розведення Оствальда. Активність	4		12	1-3, 5-9

¹Має відповідати Матриці забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми, зазначається для обов'язкових освітніх компонентів ОП I та II рівня, для усіх (обов'язкових та вибіркових ОК) ОП III

² Перелік має відповідати методам сумативного оцінювання, наведених у таблиці 5.2, причому кількість методів оцінювання не обов'язково має дорівнювати кількості ДРН (один метод оцінювання може бути застосовано для оцінювання декількох ДРН)

електроліту, іонна сила розчину, закон Дебая-Хюкеля. Кондуктометрія. Роль електролітів в процесах життєдіяльності. <i>ПЗ 1. Біоелектрохімія: основні поняття і положення</i> <i>ПЗ 2. Іонні властивості водних розчинів електролітів.</i>		2 2		
Тема 2. Фізико-хімічні процеси на поверхні сенсорів Електродика. Біопаливний елемент Закон Фарадея. Рівняння Нернста. Електроди порівняння. Обладнання для електрохімічних досліджень. Нанобіоелектрохімія <i>ПЗ 3-4. Електродний процес та потенціал. Обчислення на основі рівняння Нернста.</i> <i>ПЗ 5. Лабораторна робота № : 1 « Дослідження буферних властивостей розчинів і визначення буферної ємності».</i>	2	4 2	10	1-3, 4-8
Тема 3. Хімічні сенсорні системи Основні поняття. Класифікація та принцип дії хімічних сенсорів: оптичні, масочутливі, теплочутливі, електрохімічні та сенсори на польових транзисторах. Електроди, що застосовуються в електрохімічних сенсорних системах: першого та другого роду, газові, інертні метали. Конструкції оптичних сенсорів та принцип їх роботи. Іонселективні електроди. <i>ПЗ 6. Кондуктометричні сенсори: розрахунок електропровідності розчинів.</i> <i>ПЗ 7. Оптичні хімічні сенсори: закон Бугера-Ламберта-Бера, розрахунок коефіцієнта поглинання.</i> <i>ПЗ 8. Лабораторна робота №2: «Рефрактометричний аналіз речовин»</i> <i>ПЗ 9. Потенціометричні сенсори: рівняння Нернста, розрахунок електродних потенціалів електродів.</i> <i>ПЗ 10. Семінарське заняття до тем модуля 1 із кейсовими завданнями</i>	10	2 2 2 2 2	12	1-9
Модуль 2. Біологічні сенсорні системи				
Тема 4. Загальна характеристика біосенсорних систем Загальна характеристика біосенсорних систем Визначення понять. Фізичні трансдюсери. Біоселективний розпізнавальний елемент. Сучасні методи і основні принципи іммобілізації ферментів та клітин. Різні принципи роботи біосенсорів. <i>ПЗ 11-12 Класифікація біосенсорів.</i>	2	4	12	1-3, 5-9
Тема 5. Ферментні сенсорні системи Потенціометричні сенсори з рН електродами. Біосенсори з аміак-чутливими електродами. Біосенсори з CO ₂ -чутливими електродами. Біосенсори з йодид-чутливими електродами Амперометричні біосенсори <i>ПЗ 13. Ферментні сенсори: рівняння Міхаеліса-Ментен</i> <i>ПЗ 14-15 Ферментні сенсори: розрахунок швидкості біохімічної реакції на електроді,</i>	2	2	10	1-3, 4-8

вплив інгібіторів на швидкість реакції ПЗ 16 Електрохімічні біосенсиори на основі ферментів глюкозооксидази, холінестераз ПЗ 17 Семінарське заняття до теми із кейсовими завданнями		4 2 2		
Тема 6. Клітинні біосенсиори. Біосенсиори на основі мікроорганізмів. Біосенсиори на основі рослинних і тваринних тканин. Генерація електричного струму мікроорганізмами. Перспективи розвитку сенсорів на основі клітин бактерій. ПЗ 18. Електрохімічні біосенсиори на основі клітин зелених мікроводоростей <i>Chlorella Vulgaris</i> ПЗ 19 Біосенсор на основі рН-чутливих польових транзисторів для визначення глікоалкалоїдів картоплі. ПЗ 20 Семінарське заняття до теми із кейсовими завданнями	4	2 2 2	10	1-9
Тема 7. Мультисенсорні системи. Мультисенсиори прямого ферментного аналізу. Мультисенсиори на основі ферментного інгібіторного аналізу. Біосенсиори з використанням каскаду ферментативних реакцій. Аналізатори для клінічної діагностики. Портативні аналізатори для використання в домашніх умовах. Системи для in vivo моніторингу в клінічних умовах. Аналізатори для харчової промисловості, біотехнологічного виробництва і екологічного моніторингу. ПЗ 21-22. Семінар Комерційні варіанти систем на основі біосенсорів та їх застосування в біотехнології та біоінженерії	6	4	10	1-2, 4-9
Всього	30	44	76	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем <u>під час аудиторних занять</u> , консультацій)	Кількість годин	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати <u>студент самостійно</u>)	Кількість годин
ДРН 1. Вміти обирати оптимальні методи аналізу цільового продукту, використовуючи сучасні біологічні та хімічні сенсори.	Дослідницькі: Демонстраційний хімічний експеримент Розв'язання розрахункових та експериментальних задач Спостережувальні: Спостереження хімічних явищ, Медіа-освіта Вербальні: лекція, розповідь-пояснення, бесіда Інтерактивні методи. Використання платформи Moodle, Kahoot, LearningApp	40	Навчальний хімічний експеримент, моделювання самонавчання: робота з друкованими джерелами, матеріалами мережі Інтернет; описовий метод, теоретичне передбачення, виконання письмових вправ і робота на платформах Moodle,	30

	Zoom під час змішаної форми навчання		Kahoot, LearningApp	
ДРН 2. Використовувати сенсорні методи для проведення моніторингу стану навколишнього середовища	<i>Дослідницькі:</i> Розв'язання розрахункових та експериментальних задач <i>Спостережувальні:</i> Спостереження хімічних явищ, Медіа-освіта <i>Вербальні:</i> лекція, розповідь-пояснення, дискусія Кейс методи для групової роботи Інтерактивні методи. Використання платформи Moodle, Kahoot, LearningApp Zoom під час змішаної форми навчання	34	Робота в групах аналіз ілюстративного матеріалу створення інтелект-карт виконання розрахункових робіт Опис, аналіз ілюстративного матеріалу, моделювання виконання Пошук інформації для написання доповідей та презентування отриманих результатів	46
Всього		74		76

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Сумативне оцінювання

5.1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали/ Вага у загальній оцінці	Дата складання
Модуль 1 (50 балів)			
1	Тести множинного вибору	18 балів / 19%	6 тиждень
2	Виконання індивідуального варіанта розрахункової роботи за темами модуля	22 балів / 21%	Згідно з графіком навчального процесу
3	Презентація з доповіддю	10 балів / 10%	Згідно з графіком навчального процесу
Модуль 2 (50 балів)			
4	Виконання індивідуального варіанта розрахункової роботи за темами модуля	22 балів / 21 %	Згідно з графіком навчального процесу
5	Тести множинного вибору	18 балів / 19 %	Згідно з графіком навчального процесу
6	Презентація з доповіддю	10 балів / 13%	10-15 тиждень

5.1.2. Критерії оцінювання

Компонент	Оцінювання			
Тест множинного вибору	Тест включає 36 питань, кожне з яких оцінюється в 0,5 бали			
Виконання індивідуального варіанта розрахункової роботи	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
	<5 балів	5-10	11-16	17-22 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано.	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті, відсутній аналіз інших підходів до питання	Виконано усі вимоги завдання, розв'язані ситуаційне завдання розв'язане повністю, протокол	Виконано усі вимоги завдання, продемонстровано , креативність, вдумливість, запропоновано власне вирішення проблеми

			складений	
	<3 балів	3-5	6-8 балів	9-10 балів
Презентація з доповіддю	Вимоги щодо завдання не виконано	Презентація підготована, але доповідь не чітка, не логічна	Виконано усі вимоги завдання, доповідь та презентація відповідають поставленим вимогам	Виконано усі вимоги завдання, продемонстровано, креативність, вдумливість, запропоновано власне вирішення

Форма підсумкового контролю – **залік**.

Підсумкова кількість балів з дисципліни максимум 100 балів за семестр. Визначається як сума балів за результатами роботи здобувача протягом семестру.

Студент не допускається до підсумкового контролю з дисципліни, якщо він пропустив і не відпрацював більше 20% занять та має не складені модульні контролю.

5.3. Розподіл балів, що отримують здобувачі під час вивчення ОК

Модуль 1 Хімічні сенсорні системи 0-50			Модуль 2 Біологічні сенсорні системи 0-50			Разом за модулі
T1	T2	T3	T4	T5	T7	100
15	15	20	15	15	20	(50+50)

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
75-81	C	
69-74	D	
60-68	E	
35-59	FX	Не зараховано
1-34	F	не зараховано повторним вивченням дисципліни

5. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

6.1. Основні джерела

1. Белих І.А., Клещев М.Ф. Біологічні та хімічні сенсорні системи. / Харків: НТУ «ХП».- 2011.- 143 с
2. Jacob Fraden Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications Springer Science+Business Media, LLC 2010 663 p.
http://elektron.pol.lublin.pl/users/elekp/MNEQ_english/Fraden_Handbook_of_modern_sensors_4ed.pdf
3. Bio-Inspired Sensory Systems: Using Natural Photo-, Mechano-, and Chemo-Sensory Systems for Design Inspiration Geoffrey Brooks Florida State University Panama City
<https://commons.libretexts.org/catalog?search=Sensory+Systems>

6.2. Додаткові джерела

4. Biological and chemical sensors based on graphene materials
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/cs/c1cs15270j>
5. Ursula E. Spichiger-Keller Chemical Sensors and Biosensors for Medical and Biological Applications
<https://download.e-bookshelf.de/download/0000/6031/02/L-G-0000603102-0002364881.pdf>
5. Electrochemical Sensors and Their Applications: A Review <https://www.mdpi.com/2227-9040/10/9/363>
7. Smartphone-Based Portable Bio-Chemical Sensors: Exploring Recent Advancements
<https://www.mdpi.com/2227-9040/11/9/468>
8. A Review on Biosensors and Recent Development of Nanostructured Materials-Enabled Biosensors

<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/4/1109>

9. Chemical and Biological Sensors for Food-Quality Monitoring and Smart Packaging

<https://www.semanticscholar.org/reader/43b1682b99cad2e16258e3f20b249cabceaddbae>

10. Бібліотечно-інформаційний ресурс СНАУ (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях, тощо) – <https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=1593>

11. Інституційний репозиторій СНАУ (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, навчальні об'єкти, наукові звіти, тощо). – <http://repo.snau.edu.ua/>

12. Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua>

Програмне забезпечення

Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання (Moodle)

<https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=5878>

Інтернет-платформи (Kahoot, LearningApp), тощо

Рецензія на робочу програму (силабус) ОК

Біологічні та хімічні сенсори
висхідні

Розроблену викладачем кафедри

Біотехнології та хімії

Мельник О.Т.

(назва)

(ПІБ)

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента гарантом або членом проєктної групи	Так	Ні	Коментар
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають передбаченим ПРН (для обов'язкових ОК)	+		
Результати навчання за освітнім компонентом дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення	+		

Член проєктної групи ОП

Біотехнології та біоінженерія

Івченко В.В.

(назва)

(ПІБ)

(підпис)

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента викладачем відповідної кафедри	Так	Ні	Коментар
Загальна інформація про освітній компонент є достатньою			
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК			
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення			
Результати навчання (ДРН) стосуються компетентностей студентів, а не змісту дисципліни (містять знання, уміння, навички, а не теми навчальної програми дисципліни)			
Зміст ОК сформовано відповідно до структурно-логічної схеми			
Навчальна активність (методи викладання та навчання) дає змогу студентам досягти очікуваних результатів навчання (ДРН)			
Освітній компонент передбачає навчання через дослідження, що є доцільним та достатнім для відповідного рівня вищої освіти			
Стратегія оцінювання в межах освітнього компонента відповідає політиці Університету/факультету			
Передбачені методи оцінювання дозволяють оцінити ступінь досягнення результатів навчання за освітнім компонентом			
Навантаження студентів є адекватним обсягу освітнього компонента			
Рекомендовані навчальні ресурси є достатніми для досягнення результатів навчання (ДРН)			
Література є актуальною			
Перелік навчальних ресурсів містить необхідні для досягнення ДРН програмні продукти			

Рецензент (викладач кафедри)

Біотехнології та хімії

СВ Якимович

(назва)

(посада, ПІБ)

(підпис)