

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ  
ТВАРИННИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

Кафедра біотехнології та біоінженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

Гиль М.І.

« 25 » 7 06 2024 р.

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Імобілізовані ферменти і клітини»

Галузь знань	16 <u>«Хімічна інженерія та біоінженерія»</u>
Спеціальність	162 <u>«Біотехнології та біоінженерія»</u>
Освітньо-наукова програма	<u>«Біотехнології та біоінженерія»</u>
Освітній ступінь	<u>«Магістр»</u>
Семестр	<u>3 -й</u>
Форма здобуття освіти	<u>(денна)</u>
Викладачі	Каратеева Олена Іванівна, к.с.-г.н, доцент, karateevaol@mnau.edu.ua

Розглянуто на засіданні кафедри біотехнології та біоінженерії.

Протокол № 12 від «17» червня 2024 року.

/В.о. завідувача кафедри

 Олена КАРАТЄЄВА

Схвалено науково-методичною комісією факультету технологій виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології.

Протокол № 11 від «24» червня 2024 року.

Голова науково-методичної комісії

 Галина КАЛІНИЧЕНКО

Схвалено на засіданні вченої ради факультету технологій виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології.

Протокол № 13 від «25» червня 2024 року.

Голова вченої ради

 Михайло ГИЛЬ

Миколаїв

2024

 Імобілізовані ферменти і клітини. Каратеева О.І.

<p><b>1. Призначення навчальної дисципліни</b></p>	<p>Вивчення дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» дає можливість ознайомитися із сучасним станом та перспективами одержання іммобілізованих ферментів і клітин мікроорганізмів, засвоїти сучасні методи іммобілізації, особливості використання іммобілізованих біологічних об'єктів у різних технологіях та застосовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності з метою інтенсифікації біотехнологічних процесів.</p>
<p><b>2. Мета навчальної дисципліни</b></p>	<p>Метою вивчення дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» є теоретична підготовка здобувачів вищої освіти – майбутніх фахівців для засвоєння знань принципів іммобілізації ферментів і клітин різних біологічних об'єктів, особливостей їх функціонування в іммобілізованому стані, набуття вміння оцінювати ефективність методу іммобілізації, робити висновки щодо можливості застосування іммобілізованих ферментів та клітин у різноманітних галузях науки і техніки, в технологічних процесах у промисловості, сільському господарстві, медицині тощо.</p>
<p><b>3. Компетентності</b>  <i>Інтегральні компетентності:</i></p> <p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p><i>Спеціальні фахові компетентності:</i></p>	<p>Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.</p> <p><i>ЗК 01</i> Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;</p> <p><i>ФК 11</i> Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання;</p> <p><i>ФК 12</i> Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасного обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки;</p>

<p><i>Додаткові спеціальні (фахові) компетентності:</i></p>	<p><b>K18.</b> Здатність організовувати виробництво і управляти біотехнологічними процесами в умовах промислового виробництва та науково-дослідних лабораторій.</p>				
<p><b>4.</b> Заплановані результати навчальної дисципліни</p> <p><i>Програмні результати навчання:</i></p> <p><i>Додаткові програмні результати:</i></p>	<p><b>PR07.</b> Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології;</p> <p><b>PR13.</b> Формувати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов біотехнологічного виробництва з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.</p>				
<p><b>5.</b> Опис навчальної дисципліни</p>	<p>Всього годин/кредитів за навчальним планом, з них:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лекції</li> <li>- практичні заняття</li> <li>- лабораторні заняття</li> <li>- самостійна робота</li> </ul>	<p><i>90 годин/ 3,0 кредити 26 годин/ 0,8 кредити 14 годин/ 0,2 кредити 40 годин/ 1,6 кредит 10 годин/ 0,4 кредити</i></p>			
<p><b>Календарний план*</b></p>					
<p>№ з/п</p>	<p>Найменування тем</p>	<p>Розподіл навчального часу, годин</p>			
		лк	лб	пз	ср
<p><b>1-й семестр</b></p>					
1	Проблеми одержання ферментів в іммобілізованому стані	2	2		
2	Носії для іммобілізації ферментів	2	4	2	
3	Фізичні методи іммобілізації ферментів	2	4		
4	Хімічні методи іммобілізації ферментів	2	2		2
5	Ферментаційна кінетика та іммобілізація ферментів	2	2	2	
6	Вплив іммобілізації на ферменти	2	2		
7	Технологічні особливості використання іммобілізованих ферментів	4	4	2	
8	Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів	2	4	2	

9	Технологічні процеси з іммобілізованими клітинами мікроорганізмів	2	4	2	2
10	Застосування іммобілізованих ферментів в медицині та біотехнології	2	4	2	2
11	Способи і особливості іммобілізації клітин рослин	2	4		2
12	Методи іммобілізації клітин тварин та їх використання	2	4	2	2
<b>Всього</b>		<b>26</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
<b>*Примітка.</b> Проведення видів занять здійснюється відповідно до графіку освітнього процесу					

<b>6. Порядок та критерії оцінювання</b>	<p>Поточний контроль знань здійснюється шляхом усного опитування на лабораторних заняттях за теоретичним матеріалом курсу та захисту виконаних практичних завдань.</p> <p>Підсумковий контроль забезпечується шляхом проведення у I семестрі заліку в усній формі по питаннях, що розглядаються і затверджуються на засіданні кафедри. Оцінювання виконується за шкалою ЕКТС.</p> <p>Зарахування пропущених занять здійснюється після їх відпрацювання з НПП за розкладом консультацій.</p> <p>У 3 семестрі здобувачі вищої освіти, які успішно пройшли курс дисципліни і набрали протягом семестру не менше 36 балів, складають залік з максимальною кількістю балів – 40. Здобувачі, які набрали впродовж I семестру 60 балів та більше одержують залік без його складання. В іншому випадку залік складається й набрані бали додаються до семестрових.</p>
--	---

**Поточний і підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти**

Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
		min	max	min	max
<b>1-й семестр</b>					
- опитування на лекціях	7	3	5	21	35
- опитування на лабораторних заняттях	10	3	5	30	40
- тестовий контроль поточний	1	9	15	9	15
<b>Разом по дисципліні</b>				60	100

Здобувачі вищої освіти, які приймали активну участь в II етапі Всеукраїнських олімпіад та II турі Всеукраїнських конкурсів наукових робіт додатково отримують до 10 балів за участь, за перемогу до 20 балів, а також за патенти, що стосуються даної дисципліни, за умови якщо загальна кількість балів не перевищує 100 балів.

**Загальна шкала оцінювання ECTS за результатами курсу**

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
Відмінно	A	зараховано	≥90
Добре	B		82-90

	C		75-81
Задовільно	D		66-74
	E		60-65
Незадовільно	FX	не зараховано з можливістю повторного складання	35-59
	F	не зараховано з обов'язковими повторним вивченням дисципліни	<35

З метою реалізації права здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами на здобуття якісної вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті розроблено Положення про організацію інклюзивного навчання (<https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/279.pdf>)

Перезарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у неформальній та інформальній освіті здійснюється відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у Миколаївському національному аграрному університеті <https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/275.pdf>

#### 7. Політика курсу

Основні принципи проведення занять:

- відкритість до нових та неординарних ідей, толерантність, доброзичлива партнерська атмосфера взаєморозуміння та творчого розвитку;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- різні моделі роботи на заняттях, у тому числі робота над вирішенням завдань дає можливість здобувачам вищої освіти якнайширше розкрити свій власний потенціал, навчитись довіряти своїм партнерам, розвинути навички інтелектуальної роботи в команді;
- курс передбачає інтенсивне використання мобільних технологій навчання, що дає можливість здобувачам вищої освіти та викладачеві спілкуватись один з одним у будь-який зручний для них час, а для здобувачів вищої освіти, які відсутні на заняттях, отримати необхідну навчальну інформацію та представити виконані завдання;
- протягом усього курсу активно розвиваються автономні навички здобувачів вищої освіти, які можуть підготувати додаткову інформацію за темою, що не увійшла до переліку тем практичних занять змістових модулів та виступити з презентацією чи інформуванням

	додатково.
<b>8. Інформаційні джерела</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грегірчак Н.М., Антонюк М.М., Буценко Л.М. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: навчальний посібник. – К. : НУХТ, 2015. – 267 с.</li> <li>2. Пирог Т. П. Загальна біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, О. А. Ігнатова. – К. : НУХТ, 2009. – 336 с.</li> <li>3. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія : підручник / Т. П. Пирог. – 2-е вид., доп. і перероб. – К. : НУХТ, 2010. – 632 с.</li> <li>4. Юлевич, С.І.Ковтун, М.І.Гиль; за ред. М. І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.</li> <li>5. Біотехнологія: підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. – К.: Фірма «ІНКОС», 2006. – 648 с.</li> <li>6. Буценко, Л.М. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посібник. / Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. – К.: НУХТ, 2010. – 323 с.</li> <li>7. Старовойтова, С.О. Технологія пробіотиків: підруч. / С.О. Старовойтова, О.І. Скроцька, Ю.М. Пенчук, Т.П. Пирог. – К.: НУХТ, 2012. – 318 с.</li> </ol>
<b>9. Інтеграція здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами</b>	Передбачено використання індивідуальної форми навчання для здобувача за допомогою оболонки Moodle ( <a href="https://moodle.mnau.edu.ua">https://moodle.mnau.edu.ua</a> ).
<b>10. Доступ до матеріалів навчання</b>	Робоча програма дисципліни та навчально-методичний комплекс дисципліни ( <a href="https://moodle.mnau.edu.ua">https://moodle.mnau.edu.ua</a> ) з необхідним його наповненням розташовано на офіційному сайті Миколаївського національного аграрного університету ( <a href="https://www.mnau.edu.ua">https://www.mnau.edu.ua</a> ).

Силабус навчальної дисципліни розроблено:

Доцентка кафедри



(підпис)

Олена КАРАТЄЄВА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ  
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І  
БІОТЕХНОЛОГІЇ

“Погоджено”

Декан факультету

Михайло ГИЛЬ

“15” 06 2024 р.

“Затверджую”

Перший проректор

Дмитро БАБЕНКО

“05” 06 2024 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з варіативної дисципліни

**«Імобілізовані ферменти і клітини»**

освітньо-професійна програма

**«Біотехнології та біоінженерія»**

для здобувачів вищої освіти другого освітньо-професійного  
(магістерського) рівня

2-го року очної (денної) форми навчання

на 2024 – 2025 навчальний рік

Освітній ступінь: – Магістр

Галузь знань: 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Освітня спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»

Освітня кваліфікація: «Магістр з біотехнологій та біоінженерії»

Мова викладання: українська

Миколаїв 2024

Робоча навчальна програма складена на підставі Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Біотехнології та біоінженерія», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 28.02.2023 р. (протокол №7), чинної згідно наказу по університету №38-О від 03.03.2023р. та з урахуванням міжнародного стажування в Академії менеджменту та управління в м. Ополе (Республіка Польща, 08-15 квітня 2017 р. (сертифікат № 5809).

Розробник програми: канд. с.-г. наук, доцентка О.І. Каратєєва, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри біотехнології та біоінженерії МНАУ протокол № 12 від «17» червня 2024 року.

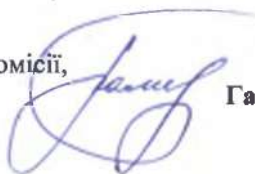
В.о. завідувача кафедри  
канд. с.-г. наук, доцентка



**Олена КАРАТЄЄВА**

Схвалено науково-методичною комісією факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології МНАУ протокол № 11 від «24» червня 2024 року.

Голова науково-методичної комісії,  
канд. с.-г. наук, доцентка



**Галина КАЛІНИЧЕНКО**



## 1. Анотація

Зміст дисципліни включає основні принципи і сучасні ефективні методи іммобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів, особливості кінетики дії іммобілізованих ферментів, використання методів іммобілізації в новітніх галузях біотехнології, промислові технології використання реакторів з іммобілізованими ферментами та клітинами. Іммобілізація клітин і ферментів як засіб збільшення їх активності і підвищення продуктивності синтезу запасних і фізіологічно активних речовин зайняла важливе місце в біотехнології. В останні роки ефективність процесів, що використовуються в різних областях людської діяльності (медицина, енергетика, харчова промисловість, мікроелектроніка), вдалося збільшити за допомогою іммобілізованих препаратів.

The content of the discipline includes the basic principles and modern effective methods of immobilization of enzymes and microorganism cells, especially the kinetics of immobilized enzymes, the use of immobilization methods in the newest branches of biotechnology, industrial technologies for the use of reactors with immobilized enzymes and cells. Immobilization of cells and enzymes as a means of increasing their activity and increasing the productivity of the synthesis of spare and physiologically active substances has taken an important place in biotechnology. In recent years, the effectiveness of processes used in various areas of human activity (medicine, energy, food industry, microelectronics), was able to increase with the use of immobilized drugs.

## 2. Опис навчальної дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»

Дисципліна «Імобілізовані ферменти і клітини» входить до варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності «Сільськогосподарська біотехнологія» і відноситься до циклу професійної і практичної підготовки.

Опанування дисципліни дозволить майбутнім фахівцям ознайомитися із сучасним станом та перспективами одержання іммобілізованих ферментів і клітин мікроорганізмів, засвоїти сучасні методи іммобілізації, особливості використання іммобілізованих біологічних об'єктів урізних технологіях та застосовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності з метою інтенсифікації біотехнологічних процесів.

Галузь знань: 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія»  
Освітня спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»  
Освітній ступень: – Магістр  
Освітня кваліфікація: «Магістр з біотехнологій та біоінженерії»  
Обов'язкова (вибіркова) компонента **Вибіркова**  
Семестр III  
Кількість кредитів ECTS 3,0  
Кількість модулів 1  
Кількість змістовних модулів 3  
Загальна кількість годин 90

**Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:**

Всього годин:	- 90/3,0 кред.
із них:	
лекцій	- 26/0,8 кред.
практичних занять	- 14/0,2 кред.
лабораторних занять	- 40/1,6 кред.
самостійна робота	- 10/0,4 кред.
Залік	- 3 семестр

### 3. Мета, завдання, предмет, об'єкт навчальної дисципліни

*Метою дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»* є засвоєння студентами знань принципів іммобілізації ферментів і клітин різних біологічних об'єктів, особливостей їх функціонування в іммобілізованому стані, набуття вміння оцінювати ефективність методу іммобілізації, робити висновки щодо можливості застосування іммобілізованих ферментів та клітин у різноманітних галузях науки і техніки, в технологічних процесах у промисловості, сільському господарстві, медицині тощо.

*Завдання дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»* – є засвоєння студентами принципів іммобілізації ферментів та клітин і подальше застосування одержаних знань та навичок при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи та у майбутній професійній діяльності.

*Предметом дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»* – є основні принципи і сучасні ефективні методи іммобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів, особливості кінетики дії іммобілізованих ферментів, використання методів іммобілізації в новітніх галузях біотехнології, промислові технології використання реакторів з іммобілізованими ферментами та клітинами.

*Об'єктом навчальної дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»* – є дослідження особливостей функціонування й розвитку іммобілізованих ферментів та клітин у біологічних системах та виявлення закономірностей, за яких можливе створення умов проведення спрямованого біосинтезу.

*Інтегральні компетентності:*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

*Загальні компетентності:*

K01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

*Спеціальні (фахові) компетентності:*

ФК 11 Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання;

ФК 12 Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасного обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки;

*Додаткові спеціальні (фахові) компетентності:*

K18. Здатність організовувати виробництво і управляти біотехнологічними процесами в умовах промислового виробництва та науково-дослідних лабораторій.

*Програмні результати навчання:*

ПР07. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології;

*Додаткові програмні результати:*

ПР13. Формувати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов біотехнологічного виробництва з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

Здобувач вищої освіти після вивчення дисципліни «Іммобілізовані ферменти і клітини» повинен знати:

- сучасні методи одержання іммобілізованих ферментів і клітин мікроорганізмів,
- властивості ферментів і клітин в іммобілізованому стані,
- стан сучасних розробок щодо отримання ферментів і клітин в іммобілізованому стані,
- методи оцінювання ефективності способів іммобілізації для порівняння їх варіантів,
- напрями використання іммобілізованих ферментів і клітин біологічних об'єктів у різних галузях науки і техніки, промисловості, сільському господарстві та медицині;

**вміти:**

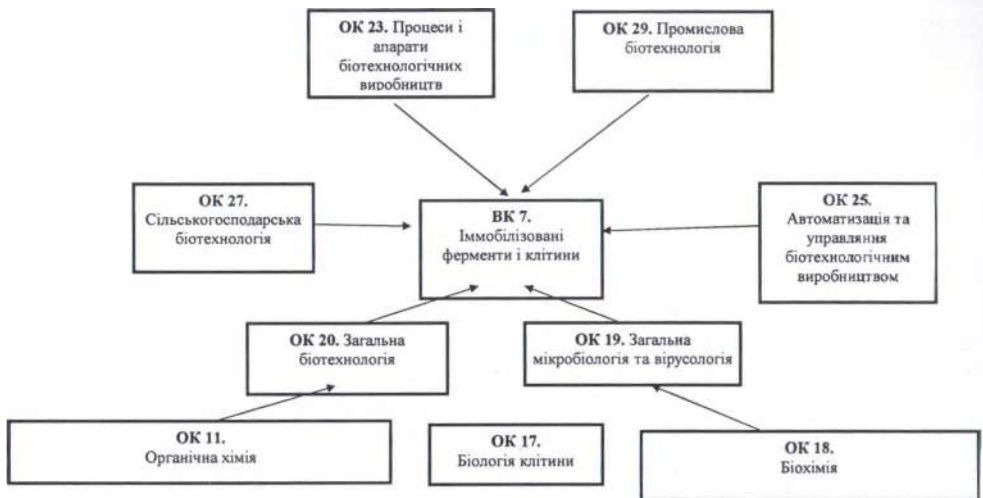
- оцінювати ефективність методу іммобілізації;
- здійснювати вибір оптимальних процесів іммобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів;
- застосовувати іммобілізовані ферменти та клітини в технологічних процесах для їх інтенсифікації;

**мати навички**

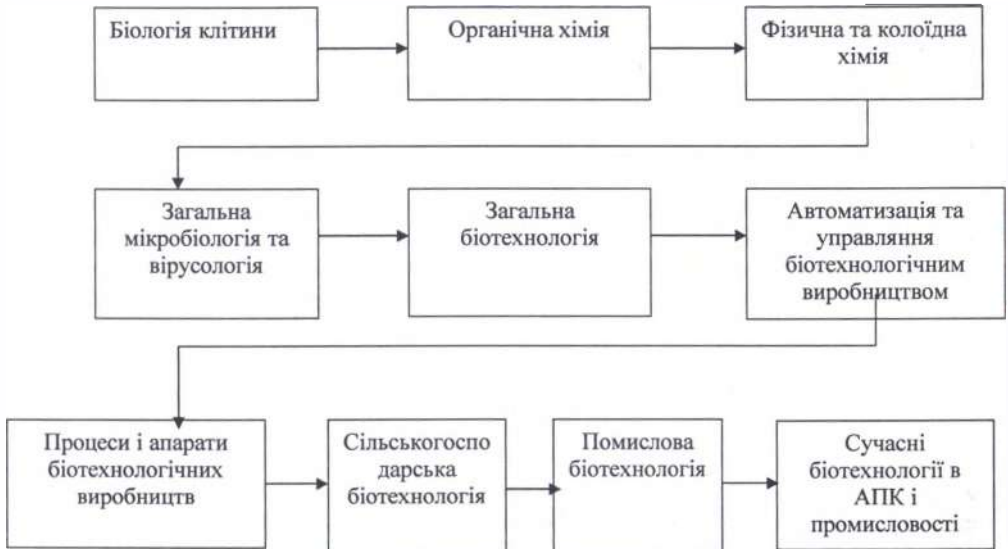
- володіння технологічними особливостями використання різних методів іммобілізації ферментів і клітин;
- вдосконалення мікробних біотехнологій з використанням іммобілізованих ферментів і клітин.

#### 4. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін

- Загальна мікробіологія та вірусологія, Біологія клітини, Загальна біотехнологія, Процеси і апарати біотехнологічних виробництв, Промислова біотехнологія



## 5. Передумови для вивчення дисципліни



## 6. Структурно-логічна схема навчальної дисципліни

Змістовний модуль		Теми		Обсяги годин				
№	назва	№	назва	Л	ЛЗ	ПР	СР	Разом
1	Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані	1	Проблеми одержання ферментів в іммобілізованому стані.	2	2			4
		2	Носії для іммобілізації ферментів.	2	4	2		8
		3	Фізичні методи іммобілізації ферментів	2	4			6
		4	Хімічні методи іммобілізації ферментів	2	2		2	6
		5	Ферментаційна кінетика та іммобілізація ферментів	2	2	2		6
		6	Вплив іммобілізації на ферменти.	2	2			4
		7	Технологічні особливості використання іммобілізованих ферментів	4	4	2		10
<b>Всього за змістовний модуль</b>				<b>16</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>44</b>
2	Особливості одержання клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані	1	Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів	2	4	2		8
		2	Технологічні процеси з іммобілізованими клітинами мікроорганізмів	2	4	2	2	10
		3	Застосування іммобілізованих ферментів в медицині та біотехнології	2	4	2	2	10
<b>Всього за змістовний модуль</b>				<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>28</b>
3	Іммобілізовані клітини рослин та тварин	1	Способи і особливості іммобілізації клітин рослин	2	4		2	8
		2	Методи іммобілізації клітин тварин та їх використання	2	4	2	2	10
<b>Всього за змістовний модуль</b>				<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>18</b>
<b>Всього за семестр</b>				<b>26</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>90</b>

## 7. Зміст навчальної дисципліни

### 7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістовного модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані	44	1,2	49,0
Сучасні біотехнології в промисловості та сільському господарстві	28	1,0	31,0
Іммобілізовані клітини рослин та тварин	18	0,8	20
<b>Всього</b>	<b>90</b>	<b>4,0</b>	<b>100,0</b>

## 7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

Назва змістовного модуля	Кількість годин	Термін виконання
Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані	44	Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу
Сучасні біотехнології в промисловості та сільському господарстві	28	
Іммобілізовані клітини рослин та тварин	18	
<b>Всього</b>	<b>90</b>	<b>x</b>

## 7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

### *Змістовний модуль 1. «Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані».*

#### **Тема 1. Проблеми одержання ферментів в іммобілізованому стані.**

*key words: Immobilized enzymes, technological processes, Prolonged preparations*

Сучасні технологічні процеси з використанням іммобілізованих ферментів. Галузі застосування іммобілізованих ферментів. Пролонговані препарати 2 год.

#### **Тема 2. Носії для іммобілізації ферментів.**

*key words: Organic and inorganic carriers, Carrier requirements*

Вимоги до носіїв. Характеристика органічних та неорганічних носіїв. Переваги та недоліки різних носіїв 2 год.

#### **Тема 3. Фізичні методи іммобілізації ферментів.**

*key words: Adsorption, semipermeable membranes, Inclusion of the enzyme in the gel*

Адсорбція на нерозчинному носії. Включення ферменту в гель. Іммобілізація ферментів з використанням напівпроникних мембран. Переваги та недоліки фізичних методів іммобілізації. Особливості використання носіїв та вимоги до них 2 год.

#### **Тема 4. Хімічні методи іммобілізації ферментів.**

*key words: Covalent binding of enzymes. Metal-chelate method*

Методи ковалентного зв'язування ферментів. Металохелатний метод. Переваги та недоліки хімічних методів іммобілізації ферментів. Особливості використання носіїв та вимоги до них 2 год.

#### **Тема 5. Ферментаційна кінетика та іммобілізація ферментів.**

*key words: Fermentation kinetics, rate of enzymatic reaction, Inhibition*

Рівняння швидкості ферментативної реакції. Інгібування ферментативних реакцій. Вплив рН і температури 2 год

#### **Тема 6. Вплив іммобілізації на ферменти.**

*key words: Saving activity. Diffusion Effects. Steric effects.*



Збереження активності. Дифузійні ефекти. Стеричні ефекти. Вплив мікрооточення. Інші прояви ефекту іммобілізації. Вплив іммобілізації на стабільність ферментів 2 год

**Тема 7. Технологічні особливості використання іммобілізованих ферментів.**

*key words: Types of reactors. Problems of operation of reactors with immobilized enzymes.*

Типи реакторів. Проблеми експлуатації реакторів з іммобілізованими ферментами. Промислові процеси з використанням іммобілізованих ферментів: одержання глюкозно-фруктозних сиропів, L-аспарагінової та L-яблучної кислоти, розділення рацемічних сумішей амінокислот 4 год

## **Змістовий модуль 2. «Особливості одержання клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані»**

**Тема 1. Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів.**

*key words: Immobilization of microorganism cells, biospecific adsorption, artificial agglomeration of cells*

Переваги іммобілізованих клітин порівняно з вільними. Адсорбція мікроорганізмів на нерозчинних носіях. Іммобілізація за допомогою біоспецифічної адсорбції. Ковалентна іммобілізація на нерозчинних носіях. Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів. Іммобілізація у масі носія. Вимоги до носіїв для іммобілізації клітин мікроорганізмів 2 год

**Тема 2. Технологічні процеси з іммобілізованими клітинами мікроорганізмів.**

*key words: Microbial surfactants. Modification of antibiotics*

Біокаталізатори на основі іммобілізованих клітин. Одержання біотанолу. Одержання мікробних поверхнево-активних речовин. Модифікація антибіотиків 2 год

**Тема 3. Застосування іммобілізованих ферментів в медицині та біотехнології.**

*key words: Immobilization in immunological research. Biosensors*

Огляд новітніх публікацій з проблеми одержання та використання іммобілізованих ферментів. Іммобілізація в імунологічних дослідженнях. Біосенсиори на основі іммобілізованих ферментів 2 год

## **Змістовий модуль 3. «Іммобілізовані клітини рослин та тварин»**

**Тема 1. Способи і особливості іммобілізації клітин рослин.**

*key words: Immobilization of plant cells, Use of immobilized cells in medicine*

Одержання біологічно активних речовин з біомаси рослинних клітин. Одержання складних органічних сполук з використанням культур рослинних тканин. Використання іммобілізованих клітин в медицині і біології для аналітичних цілей. Фізіологічні особливості іммобілізованих клітин рослин 2 год

**Тема 2. Методи іммобілізації клітин тварин та їх використання.**

**key words:** *Receipt and immobilization of isolated animal cells*

Одержання і іммобілізація ізольованих клітин тварин. Використання іммобілізованих клітин тварин  
2 год  
РАЗОМ: 26 годин

#### 7.4. Практичні заняття

1. Основні промислово цінні ферменти 2 год.
  2. Вплив іммобілізації на ферментативну активність 2 год.
  3. Порівняння ефективності способів іммобілізації на прикладі  $\beta$ -галактозидази та її застосування в харчовій промисловості 2 год.
  4. Технології отримання безлактозного молока з використанням іммобілізованих ферментів 2 год.
  6. Застосування іммобілізованих ферментів у виробництві біопалива 2 год.
  7. Біоремедіація стічних вод з використанням іммобілізованих ферментів 2 год.
- РАЗОМ: 14 годин

#### 7.5. Лабораторні заняття

##### *Лабораторне заняття 1*

Галузі застосування іммобілізованих ферментів. Пролонговані препарати 2 год.

##### *Лабораторне заняття 2*

Іммобілізовані ферменти та сфери їх застосування. Подібність і відмінність біологічних каталізаторів від неорганічних 2 год.

##### *Лабораторне заняття 3*

Структура, властивості та механізм дії біокаталізаторів. Основи ферментативного каталізу 2 год.

##### *Лабораторне заняття 4*

Фізико-хімічні основи отримання ферментів і клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані 2 год.

##### *Лабораторне заняття 5*

Підбір методів та носіїв для іммобілізації ферментів 2 год.

##### *Лабораторне заняття 6*

Розрахунок ефективності іммобілізації 4 год.

##### *Лабораторне заняття 7*

Особливості методів вивчення кінетичних властивостей іммобілізованих ферментів у порівнянні з розчинними 2 год.

##### *Лабораторне заняття 8*

Особливості методів вивчення фізіології клітин в іммобілізованому стані 2 год.

##### *Лабораторне заняття 9*

Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів. Імобілізація у масі носія. Вимоги до носіїв для імобілізації клітин мікроорганізмів 4 год.

*Лабораторне заняття 10*

Одержання мікробних поверхнево-активних речовин. Модифікація антибіотиків. Новітні досягнення в галузі біотехнології. імобілізованих ферментних препаратів 4 год.

*Лабораторне заняття 11*

Імобілізація в імунологічних дослідженнях. Біосенсори на основі імобілізованих ферментів 2 год.

*Лабораторне заняття 12*

Застосування імобілізованих ферментів в медицині та біотехнології. Огляд новітніх публікацій з проблеми одержання та використання імобілізованих ферментів 4 год.

*Лабораторне заняття 13*

Порівняння методів імобілізації клітин мікроорганізмів, рослин та тварин. Переваги використання імобілізованих клітин 4 год.

*Лабораторне заняття 14*

Одержання біологічно активних речовин з біомаси рослинних клітин. Одержання складних органічних сполук з використанням культур рослинних тканин 2 год.

*Лабораторне заняття 15*

Одержання і імобілізація ізольованих клітин тварин. Використання імобілізованих клітин тварин 2 год.

РАЗОМ: 40 годин

## **7.6. Темі, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання**

Самостійна робота складається із опрацювання теоретичного курсу по концептах лекцій, основної та допоміжної і додаткової літератури, виконання лабораторних завдань і їх захисту, участі в роботі наукових конференцій та вивчення реферативних матеріалів у поточному виданні сучасних наукових досліджень з питань генетики та селекції тварин.

### **Темі обов'язкового самостійного опрацювання та форми їх перевірки**

№ п/п	Тема	Кількість годин/кредитів	Форма перевірки
1	Історія розвитку методів імобілізації клітин та ферментів	2	тестування
2	Використання імобілізованих ферментів у виробництві органічних кислот.	2	тестування
3	Використання імобілізованих ферментів у виробництві миючих засобів.	2	тестування
4	Використання імобілізованих	2	тестування

	ферментів у текстильній промисловості.		
5	Методи визначення життєздатності іммобілізованих клітин	2	тестування

### 7.7. Консультації

Консультації з теоретичного курсу дисципліни подаються здобувачам вищої освіти згідно графіку роботи кафедри регламентованих педнавантажень, а також по мірі необхідності і мають за ціль надати допомогу здобувачам вищої освіти успішному засвоєнню теоретичного курсу з дисципліни.

### 7.8. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

#### Змістовний модуль 1

1. Іммобілізація ферментів і клітин як напрям покращення технологічних процесів в різних галузях промисловості.
2. Адсорбційна іммобілізація клітин мікроорганізмів.
3. Експериментальні критерії каталізу за участю іммобілізованих ферментів.
4. Носії для іммобілізації ферментів. Класифікація носіїв. Особливості використання.
5. Іммобілізація клітин пробіотичних мікроорганізмів. Характеристика іммобілізованих пробіотиків.
6. Одержання L-аспарагінової кислоти за допомогою іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.
7. Поняття про іммобілізацію ферментів. Переваги та недоліки іммобілізованих ферментів порівняно з нативними.
8. Іммобілізація клітин мікроорганізмів у масі носія. Властивості іммобілізованих клітин.
9. Одержання інвертного цукру з використанням іммобілізованої інвертази.
10. Фізичні методи іммобілізації ферментів. Їх переваги та недоліки.
11. Одержання іммобілізованих клітин тварин. Практичне застосування.
12. Розділення рацемічних сумішей амінокислот з використанням іммобілізованих ферментів.
13. Іммобілізація мікробних клітин металохелатним методом. Використання гідроксидів металів та носіїв, активованих перехідними металами.
14. Методи визначення активності іммобілізованого ферменту.
15. Застосування іммобілізованих ферментів у медицині.
16. Суть методу іммобілізації. Основні принципи іммобілізації біологічних об'єктів за допомогою фізичних та хімічних методів.

17. Перспективи використання іммобілізованих клітинних органел як активних поліферментних систем.
18. Значення іммобілізації в імуоферментних методах аналізу.
19. Хімічні методи іммобілізації ферментів. Їх переваги та недоліки.
20. Вплив різних факторів на ефективність адсорбційної іммобілізації ферментів.
21. Одержання антибіотиків з використанням іммобілізованих клітин мікроорганізмів.
22. Властивості адсорбованих і ковалентно зв'язаних ферментів.
23. Методи іммобілізації рослинних клітин.
24. Одержання глюкозо-фруктозних сиропів з використанням іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.
25. Іммобілізація ферментів шляхом мікрокапсулювання. Приклади використання мікрокапсульованих ферментів.
26. Іммобілізація біологічного компонента при створенні біосенсорів. Методи іммобілізації. Критерії вибору ефективного способу іммобілізації.
27. Одержання L-аланіну з використанням методів іммобілізації біологічних об'єктів.
28. Переваги використання іммобілізованих клітин порівняно з іммобілізованими ферментами та вільними клітинами.
29. Вплив процесу іммобілізації ферменту на його стан.
30. Використання реакторів з іммобілізованими ферментами в експериментальній медицині.
31. Іммобілізація клітин і ферментів включенням їх в гель. Загальні принципи. Носії.
32. Фізіологія іммобілізованих клітин мікроорганізмів порівняно з нативними.
33. Одержання ряду органічних кислот з використанням іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.
34. Іммобілізація мікроорганізмів шляхом адсорбції на нерозчинних носіях. Переваги та недоліки методу.
35. Одержання медичних препаратів на основі іммобілізованих ферментів.
36. Використання іммобілізованих мікроорганізмів у сучасних природоохоронних біотехнологіях.
37. Типи носіїв для іммобілізації ферментів методами адсорбції та ковалентного зв'язування.
38. Внутрішньоклітинні механізми регуляції синтезу вторинних метаболітів при іммобілізації клітин рослин.

## **Змістовний модуль 2**

39. Застосування іммобілізованих клітин мікроорганізмів при очищенні молока.

40. Імобілізація мікроорганізмів для одержання промислово цінних ферментів.

41. Властивості іммобілізованих рослинних клітин: життєздатність, здатність до біосинтезу.

42. Одержання L-яблучної кислоти з використанням методів іммобілізації.

43. Імобілізація ферментів металохелатним методом. Особливості підготовки носіїв.

44. Властивості іммобілізованих ферментів. Проблеми реалізації металохелатного методу.

45. Переваги іммобілізованих клітин рослин порівняно з вільними.

46. Використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів у технології ігристих вин.

47. Особливості іммобілізації глюкозоізомераз. Методи та носії для іммобілізації.

48. Основні напрями використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів.

49. Використання іммобілізації в аналітичних методах аналізу.

50. Методи ковалентного зв'язування ферментів. Зшиваючі реагенти. Сополімеризація.

51. Використання іммобілізованих клітин ссавців для трансформації стероїдів.

52. Одержання промислово цінної сировини – розчинників, палива тощо з використанням іммобілізованих клітин мікроорганізмів.

53. Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів на нерозчинних носіях. Хімічні підходи щодо реалізації цих методів.

54. Використання іммобілізованих клітин ссавців для кількісного і якісного визначення гормонів.

55. Іммобілізовані мікроорганізми-продуценти поверхнево-активних речовин у очищенні довкілля від нафтових забруднень.

56. Особливості біоафінної іммобілізації.

57. Основні етапи одержання іммобілізованих клітин рослин. Вплив іммобілізації на рослинні клітини.

58. Іммобілізовані ферменти як складові біосенсорів. Використання біосенсорів у різних галузях промисловості та з медичною метою.

59. Переваги іммобілізованих клітин рослин порівняно з суспензійними культурами.

60. Особливості експлуатації реакторів з іммобілізованими ферментами.

61. Перспективи використання іммобілізованих біологічних об'єктів в якості очисних агентів. Носії для покращення видалення забруднень зі стічних вод.

62. Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів як варіант "іммобілізації без носія". Переваги та недоліки даних методів.

### Змістовний модуль 3

63. Імобілізація ізольованих клітин тварин. Властивості клітин тварин після імобілізації.
64. Одержання безлактозного молока з використанням методів імобілізації.
65. Особливості імобілізації амілаз. Методи та носії для імобілізації.
66. Кінетичні параметри імобілізованих ферментів.
67. Одержання етанолу з використанням імобілізованого біокатализатора.
68. Основні критерії вибору методу та носія для імобілізації клітин мікроорганізмів.
69. Методи імобілізації для поліпшення стабільності ферментних препаратів. Перспективні нові комерційно доступні носії. Активація носіїв.
70. Використанням імобілізованих біоматеріалів в електрохімічних методах
71. Особливості вторинного метаболізму імобілізованих рослинних клітин. Технології одержання вторинних метаболітів. Носії для імобілізації.
72. Імобілізація мікроорганізмів і надмолекулярних структур для створення мікробних сенсорів. Носії та методи імобілізації.
73. Можливі варіанти ковалентного закріплення клітин мікроорганізмів на носії.
74. Імобілізація мікроорганізмів за допомогою біоспецифічної адсорбції. Суть методу, носії для імобілізації.
75. Системи культивування імобілізованих клітин рослин.
76. Використання імобілізованих дріжджів у виробництві пива.

#### *Питання заключного контролю*

1. Поняття про імобілізований ферментний препарат.
2. Що таке імобілізовані ферменти?
3. Переваги використання імобілізованих ферментів.
4. Суть методу ковалентного зв'язування ферментів.
5. Імобілізовані клітини мікроорганізмів як біокатализатори.
6. Використання імобілізованих клітин мікроорганізмів в біотехнологічних процесах.
7. Методи хімічної імобілізації ферментів. Вимоги до носіїв ферментних препаратів.
8. Мікрокапсулььовані ферментні препарати.
9. Фактори, які впливають на процес ковалентної імобілізації ферментів.
10. Використання імобілізованих ферментів в аналітичних приладах.
11. Економічні переваги використання імобілізованих ферментних препаратів.

12. Ковалентне закріплення клітин на носіях.
13. Використання іммобілізованих ферментів і клітин у різних виробництвах.
14. Іммобілізація ферментів шляхом включення в полімерні плівки.
15. Основні напрямки використання іммобілізованих ферментів у відновлювальній терапії.
16. Апаратурне оформлення технологічних процесів за участю іммобілізованих ферментів.
17. Іммобілізовані ферменти медичного призначення.
18. Неорганічні носії для іммобілізації ферментів.
19. Іммобілізовані клітини мікроорганізмів та їх застосування в технологіях одержання біологічно активних сполук.
20. Переваги методів штучної агломерації клітин мікроорганізмів перед іншими методами іммобілізації.
21. Органічні полімерні носії для іммобілізації ферментів.
22. Перспективи застосування іммобілізації для одержання мікробних поверхнево активних речовин.
23. Біосенсори на основі іммобілізованих ферментів.
24. Напрямки використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів.
25. Характеристика різновидів фізичних методів іммобілізації.
26. Методи визначення активності. Розрахунок ефективності іммобілізації.
27. Фізіологічні особливості іммобілізованих клітин порівняно з нативними.
28. Застосування іммобілізованих ферментів при отриманні аспарагінової і яблучної кислот.
29. Використання іммобілізованих клітин і органел для очищення стічних вод.
30. Одержання глюкозо-фруктозних сиропів за участю іммобілізованих ферментів.
31. Зміни кінетичних характеристик ферментативних реакцій при іммобілізації.
32. Методи фізичної іммобілізації ферментів.
33. Технологічні особливості розділення рацемічних сумішей за участю іммобілізованих ферментів.
34. Адсорбція на твердих носіях як метод іммобілізації клітин і ферментів.
35. Основні кінетичні характеристики ферментативних реакцій.
36. Які носії використовують для іммобілізації ферментів фізичними методами.
37. Використання іммобілізованих ферментів у харчових технологіях.
38. Використання методів іммобілізації у фармацевтичній галузі.
39. Особливості іммобілізації клітин рослин.
40. Застосування іммобілізованих клітин тварин.



**8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни**

Кредитно-трансфертна система використана для активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Вона передбачає диференціацію навчального матеріалу у вигляді оцінки у балах за різними складовими змістовних модулів дисципліни.

Поточний контроль знань здійснюється шляхом усного опитування на лабораторно-практичних заняттях, письмового тестування, тестування за допомогою ПЕОМ, а оцінювання виконується за бальною методикою ЄКТС.

Підсумковий контроль – шляхом проведення заліку в усній формі по питаннях, що розглядаються і затверджуються на засідання кафедри в кінці 2 семестру. 1

**Рейтингова оцінка з дисципліни та схема поточного і підсумкового контролю знань ЗВО**

Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
		min	max	min	max
<b>1. Аудиторна робота в т.ч.:</b>					
- опитування на лабораторно-практичних заняттях	8	3	5	24	40
- колоквіум	3	6	10	18	30
- наукова робота	1	3	5	3	5
<b>2. Самостійна робота в т.ч.:</b>					
- тестування	5	3	5	15	25
<b>Разом по дисципліні</b>				60	100

Здобувачі вищої освіти, які приймали активну участь в II етапі Всеукраїнських олімпіад та II турі Всеукраїнських конкурсів наукових робіт додатково отримують до 10 балів за участь, за перемогу до 20 балів, а також за патенти, що стосуються даної дисципліни, за умови якщо загальна кількість балів не перевищує 100 балів.

*Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання*

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
<b>Відмінно</b>	<b>A</b>	зараховано	≥90
<b>Добре</b>	<b>B</b>		82-90
	<b>C</b>		75-81
<b>Задовільно</b>	<b>D</b>		66-74
	<b>E</b>		60-65
<b>Незадовільно</b>	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання	35-59
	<b>F</b>	не зараховано з	<35

З метою реалізації права здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами на здобуття якісної вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті розроблено Положення про організацію інклюзивного навчання (<https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/279.pdf>)

Перезарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у неформальній та інформальній освіті здійснюється відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у Миколаївському національному аграрному університеті <https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/275.pdf>.

### **9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

*Лабораторія молекулярної, загальної та промислової біотехнології, імунобіотехнології*

*№ 221 (36,9 м<sup>2</sup>)*

Навчальний корпус № 1, вул. Генерала Карпенка, 73

*Спеціальне технічне обладнання*

Мультимедійне обладнання:

- екран проєкційний – 1 шт.

- проєктор DLP Viewsonik – 1 шт.

- ноутбук Lenovo IdeaPad G555-3G-1 (59-034054) – 1 шт.

*Прикладне програмне забезпечення*

Корпоративне ліцензування «Volume Licensing», Parent program:

OPEN 93947897ZZE1608, Software Assurance (SA) №63986644, 63986649, 63986652:

MS Excel; MS Word; Google Chrome; Mozilla Firefox

Доступ до мережі Internet.

Онлайн-сервіс відеозв'язку (на власних серверах) на базі Jitsi Meet.

*Інформаційне забезпечення:*

Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності

Довідникова та нормативна література

Навчальні фільми

Презентації у режимі PowerPoint

Відеофільми – 15 шт.

*Устаткування:*

Витяжна шафа – 1 шт.

Сушильна шафа СЄШ – 1 шт.

Муфельна піч – 1 шт.

Апарат Сакслета – 1 шт.

Ваги технічні – 1 шт.

Ваги аналітичні ВЛА – 2000 – 1 шт.

Вакуумний насос – 1 шт.

Холодильник – 1 шт.  
Млин лабораторний – 1 шт.  
Граф проектор „Лектор 2000” – 1 шт.  
Тиглі фарфорові – 5 шт.  
Бюкси алюмінієві – 11 шт.  
Кіноустановка „Радуга” – 1 шт.  
Електроплитка – 1 шт.  
Термостат 1 шт.  
Прибор „Серенева” – 1 шт.  
Телевізор „RUBIN” – 1 шт.  
Відеоплейер LG – 1 шт.  
Автоклав – 1 шт.  
Колбонагрівач – 1 шт.  
Торсійні ваги – 1 шт.  
Фотоелектроколомиметр – 1 шт.  
Дистилятор – 1 шт.  
Центрифуга – 1 шт.  
Шуттельаппарат – 1 шт.  
Влагомер – 1 шт.  
Азбестова сітка – 2 шт.  
Ареометри (набір) – 9 шт.  
Бюкси металічні – 12 шт.  
Бюретки різні – 13 шт.  
Гумові шланги різних розмірів,(м) – 6 шт.  
Діркопробивач – 1 шт.  
Ексікатор – 1 шт.  
Затискачі для шлангів – 6 шт.  
Капельниці – 11 шт.  
Лійка Джандрієра – 1 шт.  
Лійки скляні різних діаметрів – 9 шт.  
Ложки для взяття проби – 12 шт.  
Мікробюретки – 9 шт.  
Ніж для подрібнення грубих кормів,силосу – 12 шт.  
Ножниці – 9 шт.  
Піпетки різні – 8 шт.  
Пробки гумові різних розмірів – 10 шт.  
Промивні колби – 11 шт.  
Скляні палички – 9 шт.  
Стакани мірні різні – 12 шт.  
Ступки фарфорові з пестиком – 6 шт.  
Тигельні шипці – 6 шт.  
Установка для титрованих розчинів – 1 шт.  
Холодильники Лібіха – 1 шт.  
Чашки фарфорові – 10 шт.  
Штатив для бюреток – 10 шт.

Щітки волосяні різних розмірів для миття посуду – 2 шт.  
Набір неорганічних кислот – 10 шт.  
Набір органічних кислот – 10 шт.  
Барвники – 9 шт.  
Набір лугів – 9 шт.  
Спирт – 8  
Мікроскоп „Біолам” – 1 шт.  
Столи – 14 шт.  
Стільці – 28 шт.  
Стіл викладача – 1 шт.  
Стілець викладача – 1 шт.  
Шафа для зберігання приладів – 4 шт.  
Дошка для крейди темно-зеленого кольору - 1 шт.  
Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності

## 10. Перелік рекомендованих літературних джерел та законодавчо-нормативних актів

### Основна

1. Грегірчак Н.М., Антонюк М.М., Буценко Л.М. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: навчальний посібник. – К. : НУХТ, 2015. – 267 с.
2. Пирог Т. П. Загальна біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, О. А. Ігнатова. – К. : НУХТ, 2009. – 336 с.
3. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія : підручник / Т. П. Пирог. – 2-е вид., доп. і перероб. – К. : НУХТ, 2010. – 632 с.
4. Юлевич, С.І.Ковтун, М.І.Гиль; за ред. М. І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.
5. Біотехнологія: підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. – К.: Фірма «ІНКОС», 2006. – 648 с.
6. Буценко, Л.М. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посібник. / Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. – К.: НУХТ, 2010. – 323 с.
7. Старовойтова, С.О. Технологія пробіотиків: підруч. / С.О. Старовойтова, О.І. Скроцька, Ю.М. Пенчук, Т.П. Пирог. – К.: НУХТ, 2012. – 318 с.

Доцентка кафедри

Олена КАРАТЄЄВА

**ДОДАТОК**  
до робочої програми 2024-2025 н.р. навчальної дисципліни  
**Імобілізовані ферменти і клітини**

**Перелік внесених змін на 2024-2025 н.р.**

№	Зміст змін	Підстава	Примітки
1	Змінено кількість годин лабораторних занять та самостійного вивчення дисципліни	Зміни в освітній програмі	
2	Робочу програму допрацьовано відповідно до вимог		

Розробник програми  
доцентка кафедри



Олена КАРАТЄЄВА

В.о. зап. кафедри,  
канд.с.-г.н., доцентка



Олена КАРАТЄЄВА