

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА



ЗАГАЛЬНА БІОТЕХНОЛОГІЯ

для здобувачів вищої освіти 2 та 3 курсу денної форми здобуття освіти
Освітньої програми «Біотехнологія»
Спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»
Галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
Першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

ВИКЛАДАЧІ

ДВІНСЬКИХ Наталія Власівна	доцент кафедри біотехнології, кандидат фармацевтичних наук, с.н.с.	begunova1203@gmail.com	https://biotech.nuph.edu.ua/dvinskykh-natalia-vlasivna/
ХОХЛЕНКОВА Наталія Вікторівна	завідувачка кафедри біотехнології, доктор фармацевтичних наук, професор	hohnatal@gmail.com	https://biotech.nuph.edu.ua/khokhlenkova-natalia-viktorivna/

- Назва закладу вищої освіти та підрозділу:** Національний фармацевтичний університет, кафедра біотехнології
- Адреса кафедри:** 61121, м. Харків, вул. Валентинівська, 4, 3-й поверх, т. 0572-67-91-72.
- Веб-сайт кафедри:** <http://biotech.nuph.edu.ua/>
- Консультації :** відбуваються онлайн відповідно до графіку, який розміщено на сайті кафедри біотехнології (за посиланням <https://biotech.nuph.edu.ua/osvitnij-protses-z-01-09-2022/>).
- Анотація освітнього компонента:** компонент є фундаментальним в підготовці майбутніх спеціалістів-біотехнологів для галузей охорони здоров'я, сільського господарства, харчової промисловості та екології. Освітній компонент «Загальна біотехнологія» об'єднує знання з різних сфер, таких як біологія, хімія, генетика, мікробіологія, інженерія та інформатика, і дає змогу розуміти та використовувати живі організми або їхні продукти для вирішення практичних завдань. У рамках компонента вивчають основні біохімічні процеси, що відбуваються в клітинах, зокрема синтез білків, обмін речовин, енергетичний баланс і генетичні механізми. Важливим аспектом є знайомство з методами біотехнологій, такими як ферментація, культивування клітин, молекулярне клонування, генна інженерія та кріоконсервація. Компонент є важливою складовою освітнього процесу, що формує знання, навички та світогляд майбутніх фахівців, які працюватимуть над вирішенням глобальних проблем людства за допомогою біотехнологічних інновацій.
- Мета викладання освітнього компонента:** надання майбутнім фахівцям-біотехнологам теоретичних положень та практичних навичок з основ технології отримання біотехнологічного продукту, особливостей умов культивування клітин-продуцентів, процесів біосинтезу продукту, методів керування процесами біосинтезу та промислової реалізації біотехнологічного процесу.
- Компетентності відповідно до освітньої програми:**
Soft-skills / Загальні компетентності (ЗК):
ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
Hard-skills / Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

- ФК4.Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).
- ФК6.Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.
- ФК13.Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.
- ФК16.Здатність використовувати знання про шляхи біосинтезу первинних і вторинних метаболітів біологічних агентів для вдосконалення технологій їх отримання.

8. Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН3. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.
- ПРН7.Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.
- ПРН8.Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.
- ПРН9.Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.
- ПРН10.Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.
- ПРН12.Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.
- ПРН14.Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.
- ПРН20.Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).
- ПРН25.Вміти здійснювати біосинтез біологічно активних сполук, складати схему біосинтезу цільового продукту, виділяти цільові продукти із культуральної рідини, здійснювати їх очищення.

9. Статус освітнього компонента: обов'язковий.

10. Пререквізити освітнього компонента: «Об'єкти біотехнології», «Біологія продуцентів біологічно активних речовин», «Біологічна хімія».

11. Обсяг освітнього компонента: 9,5 кредитів ЄКТС, 285 годин: 161 година аудиторних занять, з них – 34 години лекцій, 117 годин – лабораторних занять, 12 годин семестрових занять, 122 години самостійної роботи.

12. Організація навчання:**Методи навчання:**

- *пояснювальний (інформаційно-репродуктивний) метод*: Lecture-based learning – лекції, відео-матеріали;
- *репродуктивний метод*: традиційні лабораторні заняття;
- *проблемне викладання*: Brainstorming – метод «мозкового штурму»; Case-based learning – метод кейсів;
- *частково-пошуковий метод*: Game-based learning – ігрові методи навчання (ділові ігри); Team-based learning – метод роботи в малих групах.

Зміст освітнього компонента:**МОДУЛЬ 1**

**Змістовий модуль 1. Основні етапи біотехнологічного процесу.
Підготовка повітря, поживних середовищ та посівного матеріалу.**

Тема 1. Клітини мікроорганізмів, рослин та тканин як промислові продуценти БАР. Основні етапи та узагальнена схема біотехнологічного процесу.

Тема 2. Поживні середовища для культивування мікроорганізмів, клітин рослин та тварин. Підготовка поживних середовищ для виробничого процесу.

Тема 3. Поняття про виробничі штами продуцентів та посівний матеріал. Одержання посівного матеріалу для процесів культивування.

Тема 4. Підготовка повітря для біотехнологічного процесу. Методи очищення та стерилізації повітря.

Змістовий модуль 2. Асептика, стерилізація. Принципи періодичного та безперервного культивування мікроорганізмів. Вплив кисню на процес ферментації. Піноутворення та піногасіння в процесі глибинного культивування.

Тема 5. Асептика. Стерильність. Контамінація. Способи стерилізації.

Тема 6. Принципова технологічна схема процесів мікробного синтезу. Періодичне культивування, його графічна інтерпретація та базові кінетичні показники.

Тема 7. Поверхневий та глибинний способи культивування. Базові кінетичні показники та моделі напівбезперервного та безперервного культивування.

Тема 8. Аерація. Вплив концентрації кисню на ріст мікроорганізмів.

Тема 9. Піноутворення та піногасіння в процесі глибинного культивування.

Семестровий контроль модуля - семестровий залік.

МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 3. Процеси виробничого культивування культури клітин та тканин рослин і тварин. Виділення продуктів біосинтезу та отримання кінцевої форми продуктів мікробного синтезу

Тема 10. Технології культивування клітин та тканин рослин.

Тема 11. Технології культивування клітин та тканин тварин.

Тема 12. Імобілізовані біооб'єкти (ферменти та клітини).

Тема 13. Технологічні процеси відділення, очищення цільових продуктів біосинтезу.

Тема 14. Концентрування продуктів біосинтезу.

Тема 15. Способи сушіння продуктів біосинтезу.

Тема 16. Контроль у виробництві продуктів біосинтезу. Товарні форми продуктів біосинтезу.

**Змістовий модуль 4. Традиційні біотехнології мікробних мас та метаболітів клітини.
Застосування мікроорганізмів в процесах біоочистки.**

Тема 17. Традиційні біотехнології: отримання білково-вітамінних концентратів (БВК), органічних кислот.

Тема 18. Традиційні біотехнології: мікробний синтез амінокислот, ферментів, антибіотиків.

Тема 19. Застосування мікроорганізмів в процесах біоочистки.

**Семестровий контроль модуля - семестровий залік.
Семестровий екзамен.**

Організація самостійної роботи:

Самостійна робота включає в себе вивчення питань з тем освітнього компонента, які не увійшли до аудиторних занять, та виконання завдань з цих питань з метою закріплення теоретичного матеріалу.

13. Види та форми контролю:

Види та форми контролю:

Поточний контроль:

Контроль знань на кожному занятті (з кожної теми): усне опитування, складання тестових завдань, вирішення ситуаційних (розрахункових) задач.

Контроль змістового модулю: складання тестових завдань, відповідь на теоретичні запитання.

Умови допуску до контролю змістового модулю: наявність мінімальної кількості балів за заняття поточного змістового модулю, за контроль попередніх змістових модулів.

Семестровий контроль:

Форма семестрового контролю: семестровий залік.

Умови допуску до семестрового контролю:

поточний рейтинг більше 60 балів, наявність мінімальної кількості балів за контроль змістових модулів 1 та 2 або 3 та 4, відсутність невідпрацьованих пропусків лабораторних занять, виконання всіх вимог, які передбачені робочою програмою освітнього компонента.

Семестровий екзамен

Семестровий екзамен: відповіді на теоретичні питання, складання тестових завдань.

Умови допуску до семестрового екзамену: кількість балів за всі передбачені навчальним планом семестрові заліки з освітнього компонента – більше 60 балів, наявність відмітки декана (заступника декана) факультету в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти про допуск до сесії.

14. Система оцінювання з освітнього компонента:

Оцінювання засвоєння тем освітнього компонента під час занять:

<i>Номер теми освітнього компонента</i>	<i>Максимальна кількість балів за тему</i>	<i>Розподіл максимальної кількості балів за тему за видами робіт</i>	<i>Види робіт, за які здобувач отримує бали</i>
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1			
Тема 1. Клітини мікроорганізмів, рослин та тканин як промислові продуценти БАР. Основні етапи та узагальнена схема біотехнологічного процесу	10	3	Усна відповідь
		2	Тестування
		5	Написання реферату
Тема 2. Поживні середовища для культивування мікроорганізмів, клітин рослин та тварин. Підготовка поживних середовищ для виробничого процесу	10	4	Усна відповідь
		6	Тестування
Тема 3. Поняття про виробничі штами продуцентів та посівний матеріал. Одержання посівного	10	4	Усна відповідь
		6	Тестування

матеріалу для процесів культивування			
Тема 4. Підготовка повітря для біотехнологічного процесу. Методи очищення та стерилізації повітря	5	2	Усна відповідь
		3	Тестування
Всього балів за змістовий модуль 1:		35	
Змістовий модуль 2			
Тема 5. Асептика. Стерильність. Контамінація. Способи стерилізації.	5	2	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 6. Принципова технологічна схема процесів мікробного синтезу. Періодичне культивування, його графічна інтерпретація та базові кінетичні показники	10	4	Усна відповідь
		3	Тестування
		3	Вирішення ситуаційних завдань
Тема 7. Процес ферментації: основні характеристики. Поверхневий та глибинний способи культивування. Базові кінетичні показники та моделі напівбезперервного та безперервного культивування	15	4	Усна відповідь
		6	Тестування
		5	Написання реферату
Тема 8. Аерація. Вплив концентрації кисню на ріст мікроорганізмів	5	2	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 9. Піноутворення та піногасіння в процесі глибинного культивування	5	2	Усна відповідь
		3	Тестування
Всього балів за змістовий модуль 2:		40	
Всього балів за модуль 1:		75	
МОДУЛЬ 2			
Змістовий модуль 3			
Тема 10. Технології культивування клітин та тканин рослин	6	3	Усна відповідь
		3	Написання реферату
Тема 11. Технології культивування клітин та тканин тварин	6	2	Усна відповідь
		2	Тестування
		2	Написання реферату
Тема 12. Імобілізовані біооб'єкти (ферменти та клітини)	6	3	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 13. Технологічні процеси відділення, очищення цільових продуктів біосинтезу	6	3	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 14. Концентрування продуктів біосинтезу	6	3	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 15. Способи сушіння продуктів біосинтезу	6	3	Усна відповідь
		3	Тестування
Тема 16. Контроль у	6	3	Усна відповідь

виробництві продуктів біосинтезу. Товарні форми продуктів біосинтезу		3	Написання реферату
Всього балів за змістовий модуль 3:		42	
Змістовий модуль 4			
Тема 17. Традиційні біотехнології: отримання білково-вітамінних концентратів (БВК), органічних кислот	12	6	Усна відповідь
		6	Тестування
Тема 18. Традиційні біотехнології: мікробний синтез амінокислот, ферментів, антибіотиків	18	6	Усна відповідь
		6	Тестування
		6	Вирішення ситуаційних завдань
Тема 19. Застосування мікроорганізмів в процесах біоочистки	6	3	Усна відповідь
		3	Тестування
Всього балів за змістовий модуль 4:		36	
Всього балів за модуль 2:		78	

Вивчення освітнього компонента здобувачами вищої освіти можливе за допомогою неформальної освіти. Замість виконання видів робіт з будь-якої теми освітнього компонента можуть зараховуватись такі види робіт здобувача вищої освіти:

– участь в майстер-класах, форумах, конференціях, семінарах, вебінарах з теми освітнього компонента (з підготовкою есе, тез доповідей, інформаційного повідомлення тощо, що підтверджено програмою заходу, або тезами доповідей, або відповідним сертифікатом);

– участь у науково-дослідних та прикладних дослідженнях з теми освітнього компонента (в розробці анкетних форм, проведенні експериментальних досліджень, обробці результатів дослідження, підготовці звіту, презентації результатів тощо, що підтверджується демонстрацією відповідних матеріалів).

Оцінювання здобувачів за видами робіт під час занять:

Види робіт, за які здобувач отримує бали	Максимальна кількість балів
МОДУЛЬ 1	
тестування	29
відповіді на теоретичні питання	35
вирішення ситуаційних завдань	3
написання реферату	10
Всього балів за модуль 1:	75
МОДУЛЬ 2	
тестування	29
відповіді на теоретичні питання	35
вирішення ситуаційних завдань	6
написання реферату	10
Всього балів за модуль 2:	78

Оцінювання під час контролю змістових модулів:

<i>Види робіт, за які здобувач отримує бали</i>	<i>Розподіл максимальної кількості балів за контроль змістового модуля за видами робіт</i>	<i>Максимальна кількість балів за контроль змістового модуля</i>
<i>Змістовий модуль 1</i>		
тестування	8	12,5
відповіді на теоретичні питання	4,5	
<i>Змістовий модуль 2</i>		
тестування	8	12,5
відповіді на теоретичні питання	4,5	
<i>Всього балів за контроль змістових модулів МОДУЛЯ 1:</i>		<i>25</i>
<i>Змістовий модуль 3</i>		
тестування	7	11,0
відповіді на теоретичні питання	4	
<i>Змістовий модуль 4</i>		
тестування	7	11,0
відповіді на теоретичні питання	4	
<i>Всього балів за контроль змістових модулів МОДУЛЯ 2:</i>		<i>22</i>

Оцінювання самостійної роботи здобувача освіти:

під час поточного контролю: тестові завдання та теоретичні питання за темами включають завдання та запитання з тих питань з тем освітнього компонента, які не увійшли до аудиторних занять.

під час контролю змістових модулів 1-4: білети до змістових модулів 1-4 включають теоретичні питання та тестові завдання з тих питань з тем освітнього компонента, які не увійшли до аудиторних занять.

Оцінювання під час семестрового екзамену:

Види робіт, за які здобувач отримує бали	Розподіл максимальної кількості балів за семестровий екзамен за видами робіт	Всього балів за семестровий екзамен
відповідь на теоретичне питання	40	100
тестування	60	

Здобувачі вищої освіти, які під час вивчення освітнього компонента, з якого проводиться семестровий екзамен, мали за результатами семестрових контролів в обох семестрах від 91 до 100 балів звільняються від складання семестрового екзамену (за згодою), при цьому присутність здобувача вищої освіти на семестровому екзамені є обов'язковою. У цьому випадку виставляється середня оцінка з оцінок, які здобувач вищої освіти отримав за два семестри, протягом яких вивчалася освітній компонент. У разі незгоди з оцінкою, зазначена категорія здобувачів вищої освіти складає семестровий екзамен за загальними правилами

Шкала оцінювання семестрового заліку, семестрового екзамену:

При вивченні освітнього компонента застосовується декілька шкал оцінювання: 100-бальна шкала, двобальна недиференційована («зараховано», «не зараховано») шкала для семестрових заліків;

чотирибальна диференційована («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») шкала (для семестрового екзамену) та рейтингова шкала ECTS. Результати конвертуються із однієї шкали в іншу згідно таблиці.

Сума балів за 100-бальною шкалою	Шкала ECTS	Оцінка за чотирибальною шкалою	Оцінка за недиференційованою шкалою
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F		

15. Політики освітнього компонента:

Політика щодо академічної доброчесності. Ґрунтується на засадах академічної доброчесності, наведених в ПОЛ «Про заходи щодо запобігання випадків академічного плагіату у НФаУ». Списування при оцінюванні успішності здобувача вищої освіти під час контрольних заходів на лабораторних (семінарських) заняттях, контролю змістових модулів та семестрового екзамену заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем.

Політика щодо відвідування занять. Здобувач вищої освіти зобов'язаний відвідувати навчальні заняття (ПОЛ «Про організацію освітнього процесу НФаУ») згідно з розкладом (<https://nuph.edu.ua/rozklad-zanyat/>), дотримуватися етичних норм поведінки.

Політика щодо дедалайнів, відпрацювання, підвищення рейтингу, ліквідації академічної заборгованості. Відпрацювання пропущених занять здобувачем вищої освіти здійснюється відповідно до ПОЛ «Положення про відпрацювання здобувачами пропущених навчальних занять та порядок ліквідації академічної різниці в навчальних планах у НФаУ» згідно з встановленим на кафедрі графіком відпрацювань пропущених занять. Підвищення рейтингу та ліквідація академічної заборгованості з освітнього компонента здійснюється здобувачами освіти відповідно до порядку, наведеного в ПОЛ «Про порядок оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у НФаУ». Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених кафедрою для виконання видів письмових робіт з освітнього компонента. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку – до 20% від максимальної кількості балів за даний вид роботи.

Політика щодо оскарження оцінки з освітнього компонента (апеляцій). Здобувачі вищої освіти мають право на оскарження (апеляцію) оцінки з освітнього компонента, отриманої під час контрольних заходів. Апеляція здійснюється відповідно до ПОЛ «Положення про оскарження результатів семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти у НФаУ».

Політика щодо визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти здобувачами вищої освіти. Здобувачі вищої освіти мають право на визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті відповідно до ПОЛ «Про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти здобувачами вищої освіти у НФаУ».

В рамках академічної свободи викладача замість виконання видів робіт з теми освітнього компонента можливим є зарахування неформальної освіти здобувача вищої освіти.

16. Інформаційне та навчально-методичне забезпечення освітнього компонента:

Обов'язкова література	1. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія. - К.: НУХТ, 2009. - 336 с. 2. Пирог Т.П., Пенчук Ю.М. Біохімічні основи мікробного синтезу: підручник - К.: Видавництво Ліра-К, 2019. - 258 с 3. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. / О.В. Швед, О.Б. Миколів, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. - Львів:
-------------------------------	---

	Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2018. - 424 с. 4. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коломієць. - Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. - 252 с. http://document.kdu.edu.ua/info_zab/162_481.pdf
Додаткова література для поглибленого вивчення освітнього компонента	1. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. - К.: Фірма "ІНКОС", 2006. - 647 с. https://bioengineering.kpi.ua/attachments/article/254/Biotechnologi_Gerasimenko.pdf 2. Юлевич О. І. Біотехнологія : навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль ; за ред. М. І. Гиль. - Миколаїв : МДАУ, 2012. - 476 с. http://dspace.mnau.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/1025/1/Ulevich_O_Biotechnologiya_2012.pdf. 3. Загальна біотехнологія : курс лекцій для здобувачів (короткого циклу) рівня вищої освіти ОПП "Біотехнології та біоінженерія" спеціальності 162 "Біотехнології та біоінженерія" денної форми здобуття вищої освіти / О. І. Каратєєва, О.І. Юлевич. - Миколаїв : МНАУ, 2022. - 107 с. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12054/1/karatyeyeva-yulevich-zagal-biotech-lekc-2022.pdf 4. Чебан Л.М. Загальна біотехнологія: навчально-методичний посібник. Модуль1. - Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2017. - 116 с. https://archer.chnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2600/1/Cheban_Biotech_2017.pdf
Актуальні електронні інформаційні ресурси (журнали, сайти тощо) для поглибленого вивчення освітнього компонента	1. Бібліотека Національного фармацевтичного університету Режим доступу http://lib.nuph.edu.ua/?lng=ua 2. Сайт кафедри біотехнології НФаУ Режим доступу – biotech.nuph.edu.ua 3. Центр дистанційних технологій навчання НФаУ Режим доступу - http://www.pharmel.kharkiv.edu/ 4. Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г.Короленко https://korolenko.kharkov.com/ 5. Біотехнологія - інформаційний ресурс (США) - http://www.nal.usda.gov/bic/ 6. Біотехнологія (Великобританія) - i-bio UK - http://www.i-bio.gov.uk/ 7. Інтернет-бібліотека біотехнології -Virtual Library - http://www.cato.com/biotech/ 8. Інтернет-каталог, розділ "Біотехнологія" - DMOZ - http://dmoz.org/Science/Biology/Biotechnology/ 9. Інтернет-ресурси з біотехнології (США) - BioTech - http://biotech.icmb.utexas.edu 10. Інтернет-ресурси біотехнології університету Делавер (США) - http://www2.lib.udel.edu/subj/biotech/internet.htm 11. Інформаційний центр з біотехнології - http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/biotech_internet.html 12. Наукові журнали відкритого доступу OMICS Group International (350 англomовних журналів): www.omicsonline.org/ 13. Наукові журнали відкритого доступу Scientific Research Publishing (понад 200 англomовних журналів): www.scirp.org. 14. Науковий журнал Biotechnologia Acta http://biotechnology.kiev.ua/index.php?lang=uk 15. BIOSCI / Bionet (посилання на форуми з електронних комунікацій - групи новин bionet USENET) Режим доступу www.bio.net
Система дистанційного навчання Moodle	https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=1196

17. Матеріально-технічне та програмне забезпечення освітнього компонента:

Технічне забезпечення – комп'ютер, відеокамера, мультимедійний проектор, екран.

Програмне забезпечення: Microsoft Word, Excel, Power Point, Acrobat rider, Google Workspace for Education Standard, ZOOM, MOODLE. камера-відеоокуляр DCM-320, рН - метр рН-305, аквадистилятор ДЭ-10 – 1 шт., баня водяна (MICROmed БВ-4, БВ-10), ваги електронні лабораторні (AXIS BTU210D, SPU 402), ламинарний бокс AC2-4E1, мікроскопи (МС-10, Ulab XSP-12B, GRANUM W10, МБС-10), стерилізатор паровий ГК-20, стерилізатор повітряний ГП-80-01, спектрофотометр ULAB 101, термостат ТС 1/80 СПУ, центрифуга лабораторна ОПН-8, лабораторний посуд, дозатори.