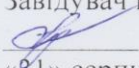


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра біотехнології та хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
 Таміла РОМАШКО
«31» серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

освітньо-професійна програма Біотехнології та біоінженерія
спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія
галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія
освітній ступінь Бакалавр
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтава
2023/2024 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни Біотехнологія очищення води для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

Мова викладання державна

Розробник(и): Тамара САХНО, професор, д.х.н., ст.н.сп.
«31» серпня 2023 року

 Тамара САХНО

Схвалено на засіданні кафедри біотехнології та хімії
протокол від «31» серпня 2023 року № 1

Погоджено гарантом освітньої програми Біотехнології та біоінженерія

«04» вересня 2023 року

 Сергій КОРИННИЙ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти
спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»
протокол від 04 вересня 2023 року № 1

 Ірина КОРОТКОВА

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання Біотехнології та біоінженерія
Загальна кількість годин -	105
Кількість кредитів –	3,5
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти (обов'язкова чи вибіркова)	обов'язкова
Рік навчання (162ББ бд 2020)	4
Семестр	8
Лекції (годин)	24
Лабораторні (годин)	12
Самостійна робота (годин)	69
в т. ч. індивідуальні завдання (контрольна робота) (годин)	-
Вид семестрового контролю	екзамен

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Основи біоіндикації та біотестування, Біологія клітин і тканин, Загальна біотехнологія, Загальна мікробіологія та вірусологія, Основи біобезпеки та біоетики.

3. Результати навчання

Мета вивчення навчальної дисципліни:

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей: до аналізу основних способів очищення стічної води, оснований на використанні мікроорганізмів та інших гідробіонтів; до керування технологічними процесами біологічного очищення води при відмінності якісного та кількісного складу забруднювачів; до розробки біотехнологій очищення води для забезпечення якості очищеної води відповідно до умов скиду у природні водойми; до проектування, розрахунку очисних споруд.

Компетентності:

K15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

Програмні результати навчання:

ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).
ПР24. Організовувати інноваційні сільськогосподарські біотехнологічні виробництва.

ПР25. Аналізувати та впроваджувати на практиці новітні досягнення в сфері застосування біотехнології та біоінженерії в агарній галузі.

Методи навчання:

Лекція, демонстрування, лабораторні роботи, самостійна робота, комп'ютерні і мультимедійні методи: 1) використання мультимедійних презентацій.

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вода – незвична життєдійна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води Вступ. Мета і завдання вивчення дисципліни. Біологічні аномалії води. Вода - зручне середовище існування гідробіонтів. Вода як розчинник органічних і мінеральних речовин. Вода - субстрат, метаболіт, каталізатор біохімічних процесів усього живого. Деякі найбільш відомі та життєво важливі фізичні аномалії води. Фізичні та хімічні властивості води. Взаємовідносини людини та гідросфери. Кількісний та якісний аспекти антропогенного забруднення води. Вплив на водний басейн людини при розширенні її функціональної ролі у біосфері. Продуценти-консументи-деструктори. Згубні наслідки діяльності людини на навколишнє середовище. Ксенобіотики. Автохтонне та аллохтонне забруднення води. Забруднення води стічними водами і його наслідки.

Природні та стічні води. Природні води. Багатокомпонентний склад природних поверхневих і підземних вод. Стічні води та їх забруднення. Господарсько-побутові та виробничі стічні води, їх забруднення. Біологічне очищення води. Аеробні та анаеробні технології біологічного очищення води і стічних вод. Біологічні процеси у водопідготовці та водовідведенні. Типові схеми підготовки питної води з поверхневих і підземних вод. Сучасні виклики і тенденції. Біологічні процеси в системах підготовки питної води. Схема біологічного очищення міських стічних вод. Проблеми, які виникають при роботі станції біологічного очищення стічних вод та шляхи їх вирішення.

Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки

Біологічне очищення води. Самоочищення води як основа індустріальної біологічної обробки води. Історія виникнення та розвитку біотехнології очищення води. Основні гідробіоценози, що використовуються в очищенні стічних, поверхневих, підземних і питної вод: біоплівка; активний мул; анаеробні бактерії метантенків; аеробні та анаеробні спеціально адаптовані мікроорганізми-деструктори органічних сполук; анаеробний гранульований активний мул; гідробіонти біоконвеєра. Біологічна плівка. Організми біоплівки. Очисні споруди, в яких використовується біоплівка: ґрунтові споруди; біофільтри; біодискові фільтри; біобарабани; «ветленди»-мочари. Переваги танедоліки біотехнології очищення води за допомогою біоплівки. Використання носіїв іммобілізованих мікроорганізмів (типу ВІА, йоржів та ін.) і їх біообростання. Технології біологічного очищення стічних вод з використанням біологічної плівки.Характеристика мікроорганізмів біоплівки. Біофільтри та їх різновиди, переваги інедоліки. Умови культивування мікроорганізмів біоплівки в біофільтрах різних типів.Види завантажень біофільтрів, переваги та недоліки. Аерація біофільтрів.

Тема 3. Активний мул. Гідробіонти активного мулу: мікрофлора та мікрофауна. Сапрозойний та голозойний типи харчування. Проблеми очищення сучасних стічних вод активним мулом. Характерні ознаки спухання. Причини та збудники спухання активного мулу. Методи боротьби з цим негативним явищем. Характеристика мікрофлори та мікрофауни активного мулу. Технології біологічного очищення стічних вод з використанням активного мулу. Технологічні схеми очищення стічних вод з використанням аеротенків. Аеротенки, їх різновиди. Регенератори. Технологічні параметри аеротенків: навантаження на активний мул, ступінь рециркуляції активного мулу, доза активного мулу, окисна потужність, питома швидкість окиснення органічних речовин, вік мулу та ін. Системи аерації аеротенків та їх техніко-економічна ефективність. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних

вод. Метанове бродіння органічних сполук. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Надлишковий активний мул. Аеробна стабілізація активного мулу. Анаеробне зброджування органічних осадів і надлишкового активного мулу. Шляхи розв'язання проблеми осадів. Знешкодження осадів стічних вод.

Тема 5. Промислові стічні води. Промислові стічні води. Характеристика забруднень промислових стічних вод, їх відмінність від господарсько-побутових. Проблеми, пов'язані з надходженням промислових стічних вод на міські очисні споруди. Вимоги до скиду промислових стічних вод в міську систему водовідведення. Ксенобіотики. Мікроорганізми-деструктори природних і синтетичних органічних сполук. Кометаболізм. Селекція, подвійна селекція, адаптація, іммобілізація мікроорганізмів-деструкторів та їх використання в очищенні стічних вод.

Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів. Біотехнологія очищення води від фосфатів. Фосфоракумулюючі бактерії та способи застосування їх для видалення фосфатів із води. Технології очищення стічних вод від сполук фосфору. Вдосконалення способів та прийомів культивування асоціацій фосфоракумулюючих мікроорганізмів (ФАМ) та способів їх застосування для ефективного видалення із стічних вод сполук Фосфору у новітніх біотехнологіях: Bardenpho, Phoredox, UCT.

Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту. Біотехнологія очищення води від сполук азоту. Класичні роботи С.М. Виноградського з хемолітотрофними бактеріями. Дві стадії нітрифікації. Бактерії, що здійснюють цей процес. Денітрифікація. Сучасні вдосконалені біотехнології очищення стічних вод від сполук азоту: A/O; A₂O; UCT; Biotenitro. Анаеробне окиснення амонію «anammox» - нові біотехнологічні можливості.

Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза.

Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза та інших важких металів. Технології збагачення мінеральної сировини. Проблема заліза і марганцю у підземних водах України. Залізобактерії та їх застосування в біотехнології підготовки питної води. Способи та прийоми культивування залізобактерій та їх застосування в біотехнології очищення підземних вод від сполук Феруму для питних та технічних потреб. Можливість і ефективність використання вищих водних рослин: ряски; елодеї тощо, для очищення природних вод і доочищення стічних вод від іонів важких металів: Купруму, Цинку, Феруму та ін. Опосередковані можливості біологічного очищення води від іонів важких металів (через біосинтез сірководню). Безпосередні (прямі) біотехнологічні прийоми очищення води від хроматів, сульфатів, хлоратів тощо.

xx. Нова технологія біологічного очищення води – біоконвеєр Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр. Теоретичне підґрунтя біоконвеєра - просторова сукцесія мікроорганізмів в очищенні води від розчинених органічних сполук і трофічний ланцюг гідробіонтів у звільненні води від завислих речовин біологічного походження (клітин мікроорганізмів, гідробіонтів тощо). Прямоточна система біологічного очищення води: анаеробні та аеробні біореактори-зоореактори-фітореактори. Відновлення якості зужитої води новий перспективний напрямок у біотехнології очищення води. Фізіологічно повноцінна вода як продукт новітньої біотехнології. Відношення до води як допродукту багаторазового споживання.

Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води. Перспективи вдосконалення біотехнологій очищення води. Використання в біотехнологіях очищення води іммобілізованих мікроорганізмів для підвищення ефективності очищення та економії енергоресурсів. Використання багатоступеневих технологій біологічного очищення в анаеробних, аноксидних та аеробних

умовах для очищення висококонцентрованих стічних вод промислових підприємств, для глибокого видалення сполук азоту та фосфору та ін. Поєднання фізико-хімічних та біологічних методів для ефективного очищення стічних вод промислових підприємств. Технології знешкодження відходів, які утворюються при очищенні стічних вод, спрямовані на одержання енергоносіїв.

Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул. Бактерії гранульованого анаеробного активного мулу. Нарощування та застосування анаеробного гранульованого мулу. UASB-реактори. Інші типи біореакторів з анаеробним гранульованим мулом. Технології анаеробного очищення стічних вод з гранульованим активним мулом.

Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств. Технологічні аспекти водокористування індустріальних рибницьких господарств з повторним використанням води. Умови формування, кількісні та якісні показники забруднень води рибницьких господарств з оборотним водопостачанням. Методи біологічного очищення. Очищення води від органічних забруднень. Теоретичні основи видалення сполук Нітрогену. Технічні аспекти реалізації процесів нітрифікації-денітрифікації в умовах очисних споруд. Гідробіологічні дослідження біоценозів споруд. Механізми процесів очищення оборотної води рибницьких господарств. Видалення сполук Нітрогену та Фосфору шляхом асиміляції водними рослинами. Динаміка приросту ряскових при культивуванні у забрудненій воді УЗВ. Аналіз потенційного лімітування процесів видалення сполук Нітрогену у фітореакторі при дефіциті мікро- та макроелементів. Асиміляційний потенціал представників ряскових за Нітрогеном при очищенні оборотної води УЗВ. Очищення води від розчинених та дрібнодисперсних органічних сполук. Процеси очищення оборотної води за участю гідробіонтів різних видів. Залежність інтенсивності видалення сполук Нітрогену рясковими від параметрів освітлення. Динаміка концентрації розчиненого кисню у фітореакторі з рясковими. Вплив зниження температури на інтенсивність процесів очищення від амонійного Нітрогену. Очищення води УЗВ у фітореакторі з полікультурою плаваючих водних рослин.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	денна форма 162ББ бд 2020			
	усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.
Тема 1. Вода – незвична життєдійна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води	7	2		5
Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки	9	2	2	5
Тема 3. Активний мул.	9	2	2	5
Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук	10	2	2	6
Тема 5. Промислові стічні води	10	2	2	6
Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів.	10	2	2	6
Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту.	10	2	2	6
Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза.	8	2		6
Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр	8	2		6
Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води.	8	2		6
Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул..	8	2		6
Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустриальних рибницьких господарств.	8	2		6
Усього годин	105	24	12	69

6. Теми лабораторних занять

	Кількість годин
--	-----------------

№ з/п	Назва теми	Денна форма 162ББ_бд_2020
	Тема 1, 2.	
1	Визначення концентрації завислих речовин	2
	Тема 3.	
2	Визначення перманганатної окисності води	2
	Тема 4.	
3	Визначення біхроматної окисності води	2
	Тема 6,7.	
4	Визначення концентрації нітритів	2
	Тема 8.	
5	Визначення концентрації нітратів	2
	Тема 11.	
6	Гідробіологічний аналіз активного мулу. Визначення мулового індексу активного мулу	2
	Разом	12

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма 162ББ_бд_2020
1	Тема 1. Вода – незвична життєдійна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води	5
2	Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки	5
3	Тема 3. Активний мул.	5
4	Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук	6
5	Тема 5. Промислові стічні води	6
6	Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів.	6
7	Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту.	6
8	Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза.	6

9	Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр	6
10	Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води.	6
11	Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул..	6
12	Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустриальних рибницьких господарств.	6
	Разом	69

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти не передбачена.

9. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Назви тем	Форми контролю
ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).	Тема 1. Вода – незвична життєдіяна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки Тема 3. Активний мул. Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук Тема 5. Промислові стічні води Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів. Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту. Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза. Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води. Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул..	Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота

ПР24. Організовувати інноваційні сільськогосподарські біотехнологічні виробництва.	Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки Тема 3. Активний мул. Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук Тема 5. Промислові стічні води Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів. Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту. Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза. Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води. Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул.. Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств.	Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота
ПР25. Аналізувати та впроваджувати на практиці новітні досягнення в сфері застосування біотехнології та біоінженерії в агарній галузі.	Тема 1. Вода – незвична життєдіяна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки Тема 3. Активний мул. Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук Тема 5. Промислові стічні води Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів. Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту. Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза. Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води. Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул.. Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств.	Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота

Форма семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти згідно з робочим та навчальним планом є: екзамен. Формуючи систему оцінювання результатів навчання вказуються: форма контролю знань успішності здобувачів вищої освіти, шкала та критерії оцінювання результатів

їх навчання для поточного та підсумкового контролю із врахуванням очікуваних результатів навчання.

Шкала та критерії оцінювання опитування

Критерії оцінювання	
Для ЗВО денної форми навчання	
2	здобувач вищої освіти відтворює основну частину лекції, законспектованого теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; аналізує навчальний матеріал, систематизує інформацію, є законспектовані основні положення, реакції та чіткі висновки і узагальнення, вільно володіє вивченим обсягом матеріалу
1	здобувач вищої освіти не відтворює значну частину теоретичного матеріалу, не виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих; виявляє значні труднощі у формуванні висновків; що не повністю забезпечує формування компетентностей та отримання програмних результатів.
0	Продемонстровано відсутність теоретичної підготовки з матеріалу курсу, допущено принципові помилки у формулюванні висновків, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Максимальна кількість балів за лабораторну роботу – 4 (2 бали за практичне виконання роботи і 2 бали за теоретичний захист по питаннях, що наведені у «Завданнях для лабораторних робіт» до кожної роботи).

Кількість балів	Критерії оцінювання
4	Правильно виконана і оформлена лабораторна робота, наявність конспекту лабораторної роботи, усвідомлене виконання дослідів, правильно виконані розрахунки, сформульовані повні висновки, що свідчить про: - систематичні, глибокі знання теоретичного матеріалу теми, до якої відноситься дана лабораторна робота; - здібності до самостійного поповнення знань освітнього матеріалу; - здібності в розумінні та практичному використанні теоретичного матеріалу. - вміння демонструвати знання й розуміння теоретичних відомостей з загальної хімії хімії обсязі, необхідному для володіння відповідними навичками в галузі ветеринарії.
2	Правильно виконана і оформлена лабораторна робота, наявність конспекту лабораторної роботи, достатня теоретична підготовка до теми лабораторної роботи, але відповіді скорочені, наявні несуттєві недоліки у рівняннях реакцій, допущено незначні помилки у висновках, які були виправлені після зауваження викладача, що свідчить про: задовільний рівень вміння демонструвати знання й розуміння теоретичних відомостей з хімії обсязі, необхідному для володіння відповідними навичками в галузі агрономії

	достатній рівень теоретичної підготовки матеріалу теми, до якої відноситься дана лабораторна робота, але недостатні навички систематичного самостійного поповнення знань освітнього матеріалу
0	Відсутність конспекту лабораторної роботи, допущено принципові помилки при виконання дослідів або повне їх незрозуміння, досить низький рівень знань теоретичного матеріалу курсу або їх відсутність, що не дає можливість оцінити формування компетентностей у визначенні суті фізико-хімічних і біологічних процесів, які відбуваються в організмі тварин та отримання програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Максимальна кількість балів за самостійну роботу 2,7 балів (виконується письмово по темах, що наведені в «Завданнях для самостійної роботи», оцінюється кожне питання окремо).

Кількість балів	Критерії оцінювання Для ЗВО денної форми навчання
0,3	Питання розкрито та підкріплене теоретичним матеріалом без помилок, з використанням значного обсягу різноманітних літературних джерел, послідовно описана кожна дія та зроблено загальний висновок, що свідчить про: - всебічні, систематичні, глибокі знання матеріалу теми, до якої відноситься дане завдання; - здібності в розумінні та використанні теоретичного матеріалу. - вміння проводити літературний пошук необхідної інформації українською та іноземною мовою, аналізувати отриману інформацію та практично її використовувати.
0,15	Показано достатні знання матеріалу теми, допущено несуттєві помилки при виконання деяких завдань, але робота виконана в повному обсязі, що свідчить про: - задовільний рівень здібностей в розумінні та використанні теоретичного матеріалу; - вміння проводити пошук літературних джерел українською та іноземною мовою для отримання необхідної інформації при вирішенні завдань, аналізувати отриману інформацію та практично її використовувати.
0	Продемонстровано відсутність теоретичної підготовки з матеріалу курсу, виявлено суттєві труднощі при рішенні задач, формулюванні відповідей на питання, допущено принципові помилки у висновках, у визначенні суті фізико-хімічних і біологічних процесів, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів.

9. Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти	Разом
--	--	-------

Назва теми	Опитування	виконання лабораторних робіт та їх захист	виконання самостійних робіт	екзамени	
Тема 1. Вода – незвична життєдійна хімічна сполука . Біохімія та біотехнологія води. Природні та стічні води	3		2,7	-	5,7
Тема 2. Біологічне очищення води Біологічна плівка. Організми біоплівки	3	2	2,7	-	7,7
Тема 3. Активний мул.	3	2	2,7	-	7,7
Тема 4. Осади, що утворюються при біологічному очищенні стічних вод. Метанове бродіння органічних сполук	3	2	2,7	--	7,7
Тема 5. Промислові стічні води	3	2	2,7	-	7,7
Тема 6. Біотехнологія очищення води від фосфатів.	3	2	2,7	-	7,7
Тема 7. Біотехнологія очищення води від сполук азоту.	3	2	2,7	-	7,7
Тема 8. Біотехнологія очищення природних і стічних вод від іонів заліза.	3		2,7	-	5,7
Тема 9. Нова технологія біологічного очищення води - біоконвеєр	3		2,7	-	5,7
Тема 10. Перспективні напрямки біотехнологій очищення води.	3		2,7	-	5,7
Тема 11. Анаеробний гранульований активний мул..	3		2,7	-	5,7
Тема 12. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустриальних рибницьких господарств.	3		2,7	-	5,7
Екзамен				20	20
Разом	36	12	32	20	100

Опитування – 5 питань по темі, кожне оцінюється по 0,6 бали. Самостійна робота – 5 питань по темі, кожне оцінюється по 0,54 бали. Лабораторні роботи - 1 година оцінюється 1 бал.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти (шифр курсу 162ББ_бд_2020) на екзамені*

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
для 1-го теоретичного питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді. Показано знання основного матеріалу курсу. Відповіді на питання не повні. Допущено принципові помилки у розумінні основних питань предмету.
	2	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
	3	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки
	4	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки. Засвоєна сутність основних понять предмету, їх зв'язок та значення для майбутньої професії. Проявлено творчі здібності в розумінні теоретичного матеріалу, основних законів та закономірностей, задача розв'язана вірно і зроблено ґрунтовні висновки.
	5	теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про всебічне, систематичне і глибоке знання матеріалу

для 1-ї ситуації	0	відсутність розрахунку практичної ситуації, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Оцінюється робота студента, який не повною мірою володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту практичних завдань.
	2	Здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу, виправляти помилки, з-поміж яких є значна кількість суттєвих. Під час розв'язання практичних завдань допустив значні неточності.
	3	Задача розв'язана, але допущені незначні помилки при виконанні математичних розрахунків
	4	Розрахунки практичної ситуації виконані правильно, але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки
	5	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.

**екзамен складається з 3 теоретичних питань та 1-ї практичної ситуації. Максимальна кількість балів за екзамен - 20.*

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачене при вивченні навчальної дисципліни (за потреби)

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчально-наукова лабораторія «Загальної біотехнології».

11. Політика навчальної дисципліни

При організації освітнього процесу в ПДАУ студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія», положення про організацію освітнього процесу в Полтавському державному аграрному університеті, положення про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та співробітників Полтавського державного аграрного університету, положення про організацію та методику проведення оцінювання навчальної діяльності здобувачів вищої освіти в ПДАУ, положення про організацію самостійної роботи студентів в ПДАУ, положення про відпрацювання пропущених занять і незадовільних оцінок здобувачами вищої освіти ПДАУ. Для ознайомлення з вищезазначеними Положеннями можна за посиланням: <https://www.pdau.edu.ua/content/polozhennya-pro-osvitnyu-diyalnist>

12. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Сахно Т. В. Біотехнологія води (water biotechnology) : навчальний посібник / Т. В. Сахно, А. О. Семенов. – Полтава : ПУЕТ, 2020. – 85 с. – 1 електрон. опт. диск (CD-R). – Текст укр., англ. Мовами
2. Біотехнології очищення води. лабораторний практикум навчальний посібник Укладачі: Л. А. Саблій, В. С. Жукова, М. Ю. Козар Рекомендовано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Біотехнології» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» Електронне мережне навчальне видання Київ КПП ім. Ігоря Сікорського 2022.
3. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.
4. Кононцев С.В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів: Монографія.– Рівне: НУВГП, 2011.–151 с.
5. Маренич М. М., Сахно Т. В., Гангур В.В. Вода в житті рослин: Навчальний посібник. Полтава ПДАУ. 2023. 90с..
6. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Кононцев С.В. // Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія», рекомендовано Вченою радою КПП ім. Ігоря Сікорського / Під ред. Л.А. Саблій - 2-е вид., перероб. і доп. – Рівне: НУВГП, 2018 - 377 с.
7. Мацнєв А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 460 с.
8. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах: КНД 211.1.4.021-95.
9. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах: КНД 211.1.4.023-95. 53
10. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою в поверхневих та біологічно очищених стічних водах: КНД 211.1.4.046-95.
11. Запольський А.К., Мешкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. - К.: «Лібра». - 2000. – 552 с.
12. Особливості дотримання техніки безпеки при роботі в біохімічній та хімічній лабораторіях: навч. посібник для студентів та викладачів вузів / К. В. Александрова, В. М. Швець, М. В. Дячков, Д. А. Васильєв. - Запоріжжя: [ЗДМУ], 2017. – 76 с

Допоміжні

13. Практикум з біотехнологій очищення води [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Л. А. Саблій, О. М. Бунчак, В. С. Жукова; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,05 Мбайт). – Київ :КПП ім. І. Сікорського, 2022. – 108 с
14. Filip, Jan; Cajthaml, Tomáš; Najmanová, Petra; Černík, Miroslav; Zbořil, Radek (2020). [Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future] Advanced Nano-Bio Technologies for Water and Soil Treatment || . , 10.1007/978-3-030-29840-1(), – . doi:10.1007/978-3-030-29840-

Інформаційні ресурси мережі Інтернет

<http://smcae.kiev.ua>
<http://www.menr.gov.ua>.