НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

03-06-112S

СИЛАБУС	***Біотехнології очищення води***	
SYLLABUS	***Biotechnologies for Water Treatment***	
Шифр за ОП *Code in Degree Programme*	*ВК27*	
Освітній рівень	*Бакалаврський (перший)*	
Level of Education	*Bachelor's (first)*	
Галузь знань	***16***	*Хімічна інженерія та біоінженерія*
Field of Knowledge		*Chemical Engineering and Bioengineering*
Спеціальність	***162***	*Біотехнології та біоінженерія*
Field of Study		*Biotechnology and Bioengineering*
Освітня програма	*Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика*	
Degree Programme	*Biotechnologies, Biorobotics and Bioenergy*	

РІВНЕ – 2025

Силабус навчальної дисципліни «Біотехнології очищення води» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за

освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біороботехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2025. 20 с.

ОП на сайті університету: https://ep3.nuwm.edu.ua/31707/ .

Розробник силабусу: Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол № 7 від “20” грудня 2024 року.

Завідувач кафедри: Мартинов Сергій Юрійович, доктор технічних наук, професор.

Керівник (гарант) ОП: Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол № 4 від “21” січня 2025 року.

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Макаренко Руслан Миколайович, кандидат технічних наук, професор.

© Грицина О.О., 2025
© НУВГП, 2025

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ навчальної дисципліни «Біотехнології очищення води»	
Ступінь вищої освіти	*бакалавр*
Освітня програма	*Біотехнології, біороботехніка та біоенергетика*
Спеціальність	*162 Біотехнології та біоінженерія*
Рік навчання, семестр	*3 рік,6 семестр*
Кількість кредитів	*5,0 кредитів ЄКТС*
Лекції:	*30 години*
Лабораторні роботи:	*16 години*
Практичні заняття:	*14 годин*
Самостійна робота:	*90 годин*
Курсовий проєкт	*-*
Форма навчання	*денна*
Форма підсумкового контролю	*залік*
Мова викладання	*державна*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА

	Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	*Грицина Олександр Олексійович*
ORCID	*https://orcid.org/0000-0002-6390-7959*
Як комунікувати	*email: o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua* *Актуальні оголошення в системі MOODLE*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

Мета та завдання

Мета: надати студентам фундаментальні теоретичні знання та практичні навички з біотехнологічних методів очищення природних та стічних вод, сформувати розуміння принципів роботи біологічних систем водоочищення, підготувати до розробки та впровадження інноваційних рішень у сфері екології та водних ресурсів.

Завдання дисципліни:

1. ***Оволодіння теоретичними основами біотехнологій очищення води:***
   - *Вивчення механізмів дії мікроорганізмів у процесах біоочищення.*
   - *Розуміння особливостей аеробних та анаеробних процесів.*
   - *Засвоєння принципів роботи біореакторів та біофільтрів.*
2. ***Формування практичних навичок проведення розрахунків ефективності біопроцесів:***
   - *Розрахунок параметрів росту біологічних агентів.*
   - *Визначення швидкості синтезу цільового продукту.*
   - *Оцінка економічного коефіцієнта та продуктивності процесу.*
3. ***Розвиток умінь застосовувати біотехнологічні методи для вирішення екологічних проблем:***
   - *Аналіз забруднення водних об'єктів та вибір оптимальних методів очищення.*
   - *Розробка проєктів біоочищення для природних та стічних вод.*
   - *Використання генетично модифікованих організмів та мікроводоростей у водоочищенні.*
4. ***Засвоєння методів лабораторних досліджень та експериментальної роботи:***
   - *Проведення лабораторних експериментів з культивування мікроорганізмів.*
   - *Моделювання процесів біоочищення в лабораторних умовах.*
   - *Використання біосенсорів для контролю якості води.*
5. ***Розвиток аналітичних та критичних навичок мислення:***
   - *Оцінка перспектив розвитку біотехнологій очищення води.*
   - *Аналіз економічної доцільності та екологічної безпеки методів.*
   - *Розгляд етичних та регуляторних аспектів використання біотехнологій.*

Ці завдання спрямовані на підготовку компетентних фахівців, здатних ефективно застосовувати біотехнологічні знання для збереження та відновлення водних ресурсів, розробляти інноваційні рішення в галузі екології, біоенергетики та біоробототехніки, а також сприяти сталому розвитку та поліпшенню якості життя суспільства.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle

https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=5037

Передумови вивчення
(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)

За своїм змістом дисципліна «Біотехнології очищення води» базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін ОК23 «Біотехнології», ОК20 «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», ОК13 «Загальна біотехнологія», ОК21 «Виробнича практика (ознайомча)» тощо.

Компетентності

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР20. 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).

Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента складається з одного модуля, поділеного на два змістовних модулі.

Модуль 1. *Біотехнології очищення води.*

Змістовний модуль 1.

Тема №1. Вступ до біотехнологій очищення води

- *Загальні проблеми забруднення природних та стічних вод.*
- *Роль біотехнологій у системах водоочищення.*
- *Сучасні тенденції та перспективи розвитку біоочищення.*

Тема №2. Характеристика забруднювачів води

- *Класифікація забруднювачів водного середовища.*
- *Властивості органічних та неорганічних забруднювачів.*
- *Методи виявлення та аналізу забруднюючих речовин.*

Практичне заняття: *"Визначення фізико-хімічних показників якості води"*

Тема №3. Мікроорганізми в біотехнологіях очищення води

- *Різновиди мікроорганізмів, що використовуються у водоочищенні.*
- *Метаболічні шляхи розкладання забруднювачів.*
- *Умови культивування та активації мікроорганізмів.*

Лабораторна робота: *"Дослідження мікрофлори стічних вод"*

Тема №4. Аеробні процеси очищення води

- *Механізми аеробного окислення органічних речовин.*
- *Конструкції аеротенків та принцип їх роботи.*
- *Фактори, що впливають на ефективність аеробного очищення.*

Лабораторна робота: *"Моделювання процесу аеробного очищення в лабораторних умовах"*

Практичне заняття: *"Розрахунок параметрів роботи аеротенку"*

Тема №5. Анаеробні процеси очищення води

- *Принципи анаеробного розкладання органіки.*
- *Виробництво біогазу та його використання.*
- *Порівняння аеробних та анаеробних методів очищення.*

Лабораторна робота: *"Дослідження процесу метаногенезу в анаеробних умовах"*

Тема №6. Біофільтри та біореактори у водоочищенні

- *Типи біофільтрів та їх конструктивні особливості.*
- *Використання іммобілізованих мікроорганізмів.*
- *Розрахунок та оптимізація параметрів біореакторів.*

Практичне заняття: *"Порівняльний аналіз ефективності різних біореакторів"*

Тема №7. Комбіновані методи очищення води

- *Поєднання біологічних методів з фізико-хімічними.*
- *Використання коагулянтів та флокулянтів перед біоочищенням.*
- *Роль сорбції та мембранних технологій.*

Лабораторна робота: *"Визначення оптимальної дози коагулянту для підготовки стічних вод"*

Змістовний модуль 2.

Тема №8. Біотехнології очищення промислових стічних вод

Питання, що будуть розглянуті:

- *Особливості стічних вод різних промислових галузей.*
- *Специфічні мікроорганізми для розкладання промислових забруднювачів.*
- *Технології очищення вод від важких металів та токсичних сполук.*

Лабораторна робота: *"Біоочищення стічних вод з вмістом важких металів"*

Практичне заняття: *"Розрахунок ефективності біоочищення промислових стоків"*

Тема №9. Біоремедіація природних водних об'єктів

Питання, що будуть розглянуті:

- *Методи відновлення забруднених водойм.*
- *Використання біоінженерних конструкцій для рекультивації.*
- *Оцінка ефективності біоремедіаційних заходів.*

Лабораторна робота: *"Моделювання процесу біоремедіації в лабораторних умовах"*

Тема №10. Генетично модифіковані організми в водоочищенні

Питання, що будуть розглянуті:

- *Створення ГМО для специфічного розкладання забруднювачів.*
- *Екологічні та етичні аспекти використання ГМО.*
- *Законодавче регулювання та безпека застосування ГМО.*

Практичне заняття: *"Дискусія: Переваги та ризики використання ГМО в біоочищенні"*

Тема №11. Використання мікроводоростей у біоочищенні води

Питання, що будуть розглянуті:

- *Здатність мікроводоростей до абсорбції та розкладання забруднювачів.*
- *Технології культивування мікроводоростей.*
- *Переробка біомаси водоростей на біопродукти.*

Лабораторна робота: *"Культивування мікроводоростей для очищення води та отримання біомаси"*

Тема №12. Біосенсори в системах водоочищення

Питання, що будуть розглянуті:

- *Принцип роботи біосенсорів.*
- *Моніторинг якості води в реальному часі.*
- *Розробка та застосування біосенсорних систем.*

Лабораторна робота: *"Створення біосенсора для виявлення специфічних забруднювачів"*

Тема №13. Економічна оцінка біотехнологічних процесів очищення

Питання, що будуть розглянуті:

- *Розрахунок критеріїв ефективності біопроцесів.*
- *Аналіз витрат та рентабельності біотехнологічних систем.*
- *Порівняння економічної доцільності різних методів очищення.*

Практичне заняття: *"Розрахунок економічного коефіцієнта та продуктивності біопроцесу"*

Тема №14. Перспективи розвитку біотехнологій очищення води

Питання, що будуть розглянуті:

- *Інноваційні підходи та технології у водоочищенні.*
- *Інтеграція біотехнологій з іншими галузями науки.*
- *Глобальні виклики та шляхи їх подолання за допомогою біотехнологій.*

Тема	Лекції	Лабораторна робота	Практичне заняття	Самостійна робота
Змістовний модуль 1.				
Тема № 1. Вступ до біотехнологій очищення води	2	-	-	7
Тема № 2. Характеристика забруднювачів води	2	-	2	7
Тема №3. Мікроорганізми в біотехнологіях очищення води	2	2	-	7
Тема №4. Аеробні процеси очищення води	2	2	2	7
Тема № 5. Анаеробні процеси очищення води	2	2	-	6
Тема № 6. Біофільтри та біореактори у водоочищенні	2	-	2	6

Тема № 7. Комбіновані методи очищення води	*2*	*2*	*-*	*6*
Разом змістовний модуль 1	*14*	*8*	*6*	*46*
Змістовний модуль 2.				
Тема № 8. Біотехнології очищення промислових стічних вод	*2*	*2*	*2*	*7*
Тема № 9. Біоремедіація природних водних об'єктів	*2*	*2*	*-*	*7*
Тема № 10. Генетично модифіковані організми у водоочищенні	*2*	*-*	*2*	*6*
Тема № 11. Використання мікроводоростей у біоочищенні води	*2*	*2*	*-*	*6*
Тема № 12. Біосенсори в системах водоочищення	*4*	*2*	*-*	*6*
Тема № 13. Економічна оцінка біотехнологічних процесів очищення	*2*	*-*	*2*	*6*
Тема № 14. Перспективи розвитку біотехнологій очищення води	*2*	*-*	*2*	*6*
Разом змістовний модуль 2	*16*	*8*	*8*	*44*
Разом освітня компонента	*30*	*16*	*14*	*90*

Теми лабораторних робіт.

№ з/п	*Тема заняття*	*Кількість годин*
1.	*Дослідження мікрофлори стічних вод*	*2*
2.	*Моделювання процесу аеробного очищення в лабораторних умовах*	*2*
3.	*Дослідження процесу метаногенезу в анаеробних умовах*	*2*
4.	*Визначення оптимальної дози коагулянту для підготовки стічних вод*	*2*
5.	*Біоочищення стічних вод з вмістом важких металів*	*2*
6.	*Моделювання процесу біоремедіації в лабораторних умовах*	*2*
7.	*Культивування мікроводоростей для очищення води та отримання біомаси*	*2*
8.	*Створення біосенсора для виявлення специфічних забруднювачів*	*2*
Разом освітня компонента		*16*

Теми практичних занять.

№ з/п	*Тема заняття*	*Кількість годин*
1.	*Визначення фізико-хімічних показників якості води*	*2*
2.	*Розрахунок параметрів роботи аеротенку*	*2*
3.	*Порівняльний аналіз ефективності різних біореакторів*	*2*
4.	*Розрахунок ефективності біоочищення промислових стоків*	*2*
5.	*Дискусія: Переваги та ризики використання ГМО в біоочищенні*	*2*
6.	*Розрахунок економічного коефіцієнта та продуктивності біопроцесу*	*2*
7.	*Аналіз сучасних тенденцій у біотехнологіях очищення води*	*2*
Разом освітня компонента		*14*

Завдання для самостійної роботи (по 6-7 годин на кожну тему):

Тема №1: Вступ до біотехнологій очищення води

Завдання:

1. ***Літературний огляд.*** *Знайдіть та опрацюйте наукові статті, які висвітлюють сучасний стан проблеми забруднення водних ресурсів у світі та в Україні. Особливу увагу зверніть на статистичні дані та прогнози.*
2. ***Аналіз міжнародних програм.*** *Дослідіть основні міжнародні програми та ініціативи, спрямовані на покращення якості води та впровадження біотехнологічних методів очищення.*
3. ***Ессе.*** *Напишіть ессе на тему: "Роль біотехнологій у вирішенні глобальних проблем водних ресурсів".*

Тема №2: Характеристика забруднювачів води

Завдання:

1. ***Класифікація забруднювачів.*** *Створіть детальну таблицю класифікації забруднювачів води із зазначенням їх джерел, хімічних властивостей та впливу на здоров'я людини і екосистеми.*
2. ***Випадок з практики.*** *Проаналізуйте конкретний випадок масштабного забруднення водного об'єкту (наприклад, розлив нафти, скидання промислових стоків). Опишіть причини, наслідки та заходи, які були вжиті для ліквідації забруднення.*
3. ***Розрахункове завдання.*** *Розрахуйте концентрацію певного забруднювача у воді після скидання стічних вод, використовуючи задані параметри.*

Тема №3: Мікроорганізми в біотехнологіях очищення води

Завдання:

1. ***Дослідження мікроорганізмів.*** *Складіть порівняльну характеристику основних груп мікроорганізмів, що використовуються у водоочищенні (бактерії, гриби, водорості), із зазначенням їх ролі та особливостей метаболізму.*
2. ***Система класифікації.*** *Розробіть схему класифікації мікроорганізмів за їх здатністю розкладати різні типи забруднювачів.*
3. ***Презентація.*** *Підготуйте презентацію про інноваційні штами мікроорганізмів, які використовуються у біоочищенні, та перспективи їх застосування.*

Тема №4: Аеробні процеси очищення води

Завдання:

1. ***Термодинамічні розрахунки.*** *Визначте енергетичний баланс аеробного процесу очищення води для заданого органічного забруднювача.*
2. ***Проектування аеротенку.*** *Розробіть базовий проєкт аеротенку для очищення стічних вод малого підприємства, враховуючи необхідні параметри (об'єм, час перебування, подача кисню).*
3. ***Кейс-стаді.*** *Проаналізуйте успішний приклад впровадження аеробної технології очищення води на конкретному підприємстві.*

Тема №5: Анаеробні процеси очищення води

Завдання:

1. ***Механізм метаногенезу.*** *Детально опишіть стадії анаеробного розкладання органічної речовини та роль кожної групи мікроорганізмів.*
2. ***Економічний аналіз.*** *Порівняйте економічну ефективність анаеробного та аеробного методів очищення води, враховуючи виробництво біогазу.*
3. ***Моделювання процесу.*** *Використовуючи програмне забезпечення, змоделюйте анаеробний процес очищення для заданих умов.*

Тема №6: Біофільтри та біореактори у водоочищенні

Завдання:

1. ***Типи біореакторів.*** *Створіть порівняльну таблицю різних типів біореакторів (статичні, з перемішуванням, проточні) із зазначенням їх переваг та недоліків.*
2. ***Розрахунок параметрів.*** *Розрахуйте необхідну площу біофільтра для очищення заданого об'єму стічних вод.*
3. ***Дизайн біореактора.*** *Розробіть схему інноваційного біореактора з використанням іммобілізованих мікроорганізмів.*

Тема №7: Комбіновані методи очищення води

Завдання:

1. ***Огляд методів.*** *Проведіть детальний літературний огляд комбінованих фізико-хімічних та біологічних методів очищення води.*

2. ***Експериментальний план.*** *Розробіть план експерименту з дослідження ефективності комбінованого методу на конкретному типі стічних вод.*
3. ***Аналіз результатів.*** *На основі реальних або змодельованих даних проаналізуйте ефективність поєднання коагуляції та біоочищення.*

Тема №8: Біотехнології очищення промислових стічних вод

Завдання:

1. ***Спеціалізовані мікроорганізми.*** *Дослідіть та опишіть мікроорганізми, здатні розкладати важкі метали або токсичні органічні сполуки.*
2. ***Технологічна схема.*** *Розробіть технологічну схему очищення стічних вод для конкретної галузі промисловості (наприклад, металургія, хімічна промисловість).*
3. ***Регуляторні вимоги.*** *Ознайомтесь з нормативними документами щодо скидання промислових стоків та підготуйте звіт про вимоги та стандарти.*

Тема №9: Біоремедіація природних водних об'єктів

Завдання:

1. ***Стратегії біоремедіації.*** *Описати різні стратегії біоремедіації та критерії вибору оптимальної для конкретного забруднення.*
2. ***Картографування.*** *На основі відкритих даних створіть карту регіону із зазначенням зон, що потребують біоремедіації.*
3. ***Проєкт біоремедіації.*** *Розробіть проєкт біоремедіації для обраної водойми, враховуючи біологічні, технічні та економічні аспекти.*

Тема №10: Генетично модифіковані організми у водоочищенні

Завдання:

1. ***Огляд ГМО у водоочищенні.*** *Підготуйте огляд існуючих генетично модифікованих мікроорганізмів, які застосовуються у водоочищенні.*
2. ***Етичний аналіз.*** *Напишіть есе, в якому розгляньте етичні питання та потенційні ризики використання ГМО у довкіллі.*
3. ***Регуляторний аспект.*** *Дослідіть законодавство України та міжнародні норми щодо застосування ГМО та підготуйте презентацію.*

Тема №11: Використання мікроводоростей у біоочищенні води

Завдання:

1. ***Біологія мікроводоростей.*** *Опишіть особливості фотосинтезу у мікроводоростей та їх роль у очищенні води.*
2. ***Технологія вирощування.*** *Розробіть план лабораторного культивування мікроводоростей, враховуючи необхідні умови та обладнання.*
3. ***Перспективи використання.*** *Проаналізуйте можливості отримання корисних продуктів з біомаси мікроводоростей після водоочищення.*

Тема №12: Біосенсори в системах водоочищення

Завдання:

1. ***Принципи роботи біосенсорів.*** *Опишіть механізми дії різних типів біосенсорів та їх застосування у моніторингу якості води.*
2. ***Розробка біосенсора.*** *Запропонуйте концепцію біосенсора для визначення конкретного забруднювача, обґрунтуйте вибір біологічного елемента та методу детекції.*
3. ***Стан ринку.*** *Дослідіть ринок біосенсорів та підготуйте звіт про сучасні розробки та комерційні пропозиції.*

Тема №13: Економічна оцінка біотехнологічних процесів очищення

Завдання:

1. ***Методика розрахунку.*** *Вивчіть та опишіть методики розрахунку економічних показників біотехнологічних процесів (NPV, IRR, період окупності).*
2. ***Кейс-стаді.*** *Проведіть економічний аналіз впровадження біотехнологічної системи очищення на підприємстві з заданими параметрами.*
3. ***Порівняльний аналіз.*** *Порівняйте економічну ефективність біотехнологічних та традиційних методів очищення води.*

Тема №14: Перспективи розвитку біотехнологій очищення води

Завдання:

1. ***Аналіз інновацій.*** *Дослідіть новітні наукові публікації та патенти в галузі біотехнологій очищення води, опишіть найцікавіші з них.*
2. ***Прогноз розвитку.*** *Напишіть аналітичну статтю про можливі шляхи розвитку біотехнологій у водоочищенні на наступні 10 років.*

3. ***Дискусійний клуб.*** *Підготуйте тези для участі в обговоренні теми: "Які інновації змінять майбутнє біотехнологій очищення води?"*

Форми та методи навчання

1. ***Проєктно-орієнтоване навчання***
   - ***Опис:*** *Студенти працюють над реальними або модельованими проєктами, пов'язаними з біотехнологіями очищення води. Це можуть бути розробка біореактора, планування системи очищення для конкретних умов або дослідження ефективності різних біотехнологічних методів.*
   - ***Відповідність ПРН:*** *Сприяє розвитку практичних навичок (К01), вмінню розраховувати критерії ефективності біопроцесів (ПР20).*
   - ***Студентоцентрований підхід:*** *Студенти вибирають теми, що їх цікавлять, самостійно планують етапи роботи та приймають рішення, що стимулює мотивацію та відповідальність за власне навчання.*
2. ***Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning)***
   - ***Опис:*** *Навчання базується на розв'язанні конкретних проблемних ситуацій, які можуть виникати в галузі очищення води. Студенти аналізують проблему, шукають інформацію, пропонують рішення та обговорюють їх ефективність.*
   - ***Відповідність ПРН:*** *Розвиває здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (К01), критичне мислення та аналітичні навички.*
   - ***Студентоцентрований підхід:*** *Студенти активно залучені до процесу навчання, самостійно визначають шляхи вирішення проблем, що сприяє глибшому розумінню матеріалу.*
3. ***Лабораторні практикуми з елементами дослідження***
   - ***Опис:*** *Проведення лабораторних робіт, які передбачають не лише виконання інструкцій, але й елементи самостійного дослідження. Студенти можуть модифікувати умови експерименту, використовувати різні методики та аналізувати отримані результати.*
   - ***Відповідність ПРН:*** *Вдосконалює практичні вміння, вміння проводити розрахунки ефективності процесів (ПР20), аналізувати та інтерпретувати експериментальні дані.*
   - ***Студентоцентрований підхід:*** *Стимулює інтерес до дослідницької діяльності, розвиває навички самостійного планування та проведення експериментів.*
4. ***Дискусійні семінари та дебати***
   - ***Опис:*** *Організація дискусій на актуальні теми, пов'язані з біотехнологіями очищення води, етичними аспектами використання ГМО, екологічними проблемами. Студенти готують виступи, аргументують свою позицію, критично аналізують думки інших.*
   - ***Відповідність ПРН:*** *Розвиває комунікативні навички, критичне мислення, здатність аргументовано відстоювати свою думку.*
   - ***Студентоцентрований підхід:*** *Студенти активно взаємодіють між собою, обмінюються ідеями, що сприяє формуванню власної позиції та розширенню світогляду.*
5. ***Інтерактивні лекції з використанням мультимедійних технологій***
   - ***Опис:*** *Використання під час лекцій відеоматеріалів, анімацій, віртуальних лабораторій та онлайн-симуляцій для демонстрації процесів очищення води. Залучення студентів до обговорення, відповідей на питання, вирішення коротких задач під час лекції.*
   - ***Відповідність ПРН:*** *Покращує засвоєння теоретичного матеріалу, демонструє практичне застосування знань.*
   - ***Студентоцентрований підхід:*** *Студенти є активними учасниками навчального процесу, що підвищує їх зацікавленість та залученість.*

Переваги запропонованих методів:

- ***Створення мотивуючого середовища:*** *Студенти бачать практичну цінність своїх знань, що стимулює до глибшого вивчення матеріалу.*

- ***Розвиток критичного та творчого мислення:*** *Вирішення реальних проблем та участь у проєктах сприяють розвитку інноваційного підходу.*
- ***Індивідуалізація навчання:*** *Можливість обирати теми та напрями досліджень відповідає індивідуальним інтересам та потребам студентів.*
- ***Формування професійних компетентностей:*** *Застосування знань у практиці готує студентів до реальних викликів у професійній діяльності.*
- ***Підтримка академічної свободи:*** *Заохочення свободи думки, висловлення власних поглядів та ідей, що є ключовим для розвитку науки.*

Запропоновані методи сприяють активній участі студентів у навчальному процесі, розвитку їх самостійності та відповідальності за власне навчання. Викладач виступає в ролі наставника та консультанта, підтримуючи студентів у їхньому професійному та особистісному зростанні.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/результатів навчання

Форма підсумкового контролю – залік. Освітня компонента оцінюється за національною та 100 бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти: отримують від викладача та/або силабус інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролів на початку вивчення освітньої компоненти; семестровий поточний контроль передбачає перевірку практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контролів на університетській платформі MOODLE.

Посилання на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань студентів, можливість їм подання апеляції: https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/ .

Контрольні завдання для семестрового підсумкового контролю складаються у кількості, достатній для досягнення максимальної об'єктивності оцінки рівня підготовленості здобувача вищої освіти, що проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Розподіл балів:

Тема	Лекції	Лабораторна робота	Практичне заняття	Самостійна робота
Змістовний модуль 1.				
Тема № 1. Вступ до біотехнологій очищення води	-	-	-	0-2
Тема № 2. Характеристика забруднювачів води	-	-	0-3	0-2
Тема №3. Мікроорганізми в біотехнологіях очищення води	-	0-2	-	0-2
Тема №4. Аеробні процеси очищення води	-	0-2	0-3	0-2
Тема № 5. Анаеробні процеси очищення води	-	0-2	-	0-2
Тема № 6. Біофільтри та біореактори у водоочищенні	-	-	0-2	0-2
Тема № 7. Комбіновані методи очищення води	-	0-2	-	0-2
Разом змістовний модуль 1	-	0-8	0-8	0-14
Змістовний модуль 1	0-20			
Змістовний модуль 2.				
Тема № 8. Біотехнології очищення промислових стічних вод	-	0-2	0-2	0-2
Тема № 9. Біоремедіація природних водних об'єктів	-	0-2	-	0-2

Тема № 10. Генетично модифіковані організми у водоочищенні	-	-	0-2	0-2
Тема № 11. Використання мікроводоростей у біоочищенні води	-	0-2	-	0-2
Тема № 12. Біосенсори в системах водоочищення	-	0-2	-	0-2
Тема № 13. Економічна оцінка біотехнологічних процесів очищення	-	-	0-2	0-2
Тема № 14. Перспективи розвитку біотехнологій очищення води	-	-	0-2	0-2
Разом змістовний модуль 2	-	0-8	0-8	0-14
Змістовний модуль 2	0-20			
Разом освітня компонента	0-100			

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання лабораторної роботи складає 2 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

2 бали – вільне володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, правильне та зразкове оформлення звіту, своєчасний захист роботи на рівні 95-100 % .

1,5-1,9 бали – володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 85-94 %.

0,7-1,4 бали - задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, своєчасне виконання практичного заняття, оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 65-84 %.

0-0,9 бали – достатній рівень володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту, захист практичного заняття на рівні 60-64 % або несвоєчасний захист робіт.

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття складає 2(3) бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

2 бали – вільне володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, правильне та зразкове оформлення звіту, своєчасний захист роботи на рівні 95-100 % .

1,5-1,9 бали – володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 85-94 %.

1,0-1,4 бали - задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 65-84 %.

0-0,9 бали – достатній рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту, захист практичного заняття на рівні 60-64 % або несвоєчасний захист робіт.

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання самостійної роботи складає 2 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

Змістовне наповнення та відповідність завданню (0-1 бал):

- *Повнота розкриття теми.*
- *Використання актуальних та релевантних джерел інформації.*
- *Логічність та послідовність викладу матеріалу.*
- *Відповідність обсягу роботи рекомендаціям.*

Якість аналізу та критичного мислення (0-0,7 бали):

- *Глибина аналітичного підходу.*
- *Вміння робити власні висновки та узагальнення.*

- *Порівняння різних точок зору чи підходів.*
- *Використання прикладів, що підтверджують аргументацію.*

Оформлення та презентація роботи (0-0,3 бали):

- *Дотримання вимог до оформлення письмових робіт (шрифт, інтервал, поля тощо).*
- *Наявність вступу, основної частини та висновків.*
- *Правильне оформлення списку використаних джерел та посилань.*
- *Грамотність та відсутність помилок.*

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання змістовних модульних контролів: змістовний модуль №1 – 20 балів; змістовний модуль № 2 – 20 балів. Всього за змістовні модулі 1,2 – 40 балів.

Структура оцінки поточного контролю (модулі 1, 2) та підсумкового контролю знань (залік) здійснюється за трьома рівнями (1 – достатній рівень складності, 2 – вище достатнього рівня складності, 3 – високий рівень складності), що відображено в таблицях.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (змістовні модулі 1 і 2).

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	12	1	0-12	1,5	18
Вище достатнього рівня складності	5	1	0-5	2,5	12
Високого рівня складності	3	1	0-3	3,5	10
	20	Х	0-20	Х	до 40

Загальні вимоги до контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі заліку.

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,9	0-27	1,5	45
Вище достатнього рівня складності	9	1	0-9	3	27
Високого рівня складності	1	4	0-4	8	8
	40	Х	0-40	Х	до 80 хвилин

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
60-100	зараховано
0-59	не зараховано

Умови отримання додаткових балів:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 5 балів;

- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 10 балів;

- підготовка наукової публікації за темою освітньої компоненти – до 15 балів.

- підготовка наукової роботи на конкурс наукових робіт за темою освітньої компоненти – до 15 балів.

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна:

1. Швед О. В. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн. І / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. - Львів : Вид ництво Львівської політехніки, 2018. 424 с.

2. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навчальний посібник. - Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2003. 622 с. http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/15447.

3. Гіроль, М. М. та Гіроль, А. М. та Гіроль, А. М. (2013) Технології водовідведення промислових підприємств. НУВГП, Рівне. http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/3204.

4. Фельбер Г., Фішер М. Ф39 Посібник оператора каналізаційних очисних споруд / спільно зі спеціальним комітетом DWA БІЦ-2 «Базові курси»; пер. з нім. О. Галеми, Г. Котовські, Ю. Теребушка. – Львів : ПАІС, 2020. 520 с.

5. ДБН В.2.5.-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ, Мінрегіонбуд. 2013.

6. Мельничук М.Д. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коло-мієць. – Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 252 с.

7. Гвоздяк П.І. Біохімія води. Біотехнологія води (автомонографія). Київ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2019. 228 с.

Допоміжна:

8. Anming Hu, Allen Apblett at all. Nanotechnology for Water Treatment and Purification. Springer. ISBN: 9783319065779. 2014. 373 p.

9. Adrián Bonilla-Petriciolet, Didilia Ileana Mendoza-Castillo, Hilda Elizabeth Reynel-Ávila. Adsorption Processes for Water Treatment and Purification. Springer. ISBN: 9783319863306. 2018. 256 p.

10. Ashok Kumar Nadda, Priya Banerjee, Swati Sharma. Microbes and Enzymes for Water Treatment and Remediation. CRC Press. ISBN: 9781032850757. 2024. 214 p.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka (http://www.nuwm.edu.ua/MySql/).

2. Цифровий репозиторій НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ep3.nuwm.edu.ua.

3. YouTube Канал освітньої програми «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» YouTube Channel Biotech NUWEE.

4. ResearchGate: ResearchGate - Соціальна мережа для вчених і дослідників, де можна знайти наукові статті.

5. Google Scholar: Google Scholar - Пошукова система для наукової літератури.

6. Bioenergy International. Посилання: Bioenergy International.

7. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Посилання: NCBI - National Center for Biotechnology Information.

8. European Federation of Biotechnology (EFB). Посилання: EFB - European Federation of Biotechnology.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

1. ***Критичне мислення та вирішення проблем***

Ви розвиваєте здатність аналізувати складні екологічні ситуації, оцінювати причини та наслідки забруднення води. Вміння знаходити ефективні біотехнологічні рішення для очищення водних ресурсів допомагає вирішувати реальні проблеми, що стоять перед суспільством.

2. ***Командна робота та співпраця***

Лабораторні дослідження та проєкти вимагають роботи в групах. Це розвиває навички ефективної комунікації, розподілу обов'язків, взаємопідтримки та досягнення спільних цілей. Ви вчитеся працювати в міждисциплінарних командах, об'єднуючи знання з біотехнологій, інженерії та екології.

3. ***Комунікативні навички***

Презентації, доповіді та участь у наукових дискусіях покращують вміння чітко та аргументовано висловлювати свої думки. Ви здобуваєте досвід написання наукових статей та звітів, що є важливим для подальшої професійної діяльності.

4. ***Етичне мислення та екологічна свідомість***

Усвідомлення відповідальності за збереження довкілля формує етичні цінності. Ви розвиваєте розуміння впливу людської діяльності на природні ресурси та необхідності сталого розвитку. Це стимулює приймати рішення, які є екологічно та соціально відповідальними.

5. ***Адаптивність та гнучкість***

Сфера біотехнологій постійно розвивається, з'являються нові методи та технології. Ви вчитеся швидко адаптуватися до змін, освоювати нові інструменти та підходи. Це важлива навичка в сучасному динамічному світі.

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ: https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/ .

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/ .

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітньої компоненти публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

Неформальна та інформальна освіта

Неформальна освіта:

1. *Вебінари та онлайн-курси:*
   - *Coursera, edX, Udacity.*
   - *Вебінари від провідних компаній та університетів: Презентації та семінари, які проводять експерти галузі.*
2. *Конференції та семінари:*
   - *Наукові та професійні конференції: Участь у заходах, де обговорюються новітні розробки та дослідження*
   - *Семінари і майстер-класи: Практичні заняття, які проводять фахівці з індустрії.*
3. *Менторинг та наставництво:*
   - *Співпраця з наставниками: Спілкування та обмін досвідом з досвідченими професіоналами.*
   - *Індивідуальні консультації: Обговорення проектів та кар'єрних планів з експертами.*
4. *Хакатони та конкурси:*
   - *Участь у хакатонах.*
   - *Конкурси стартапів: Презентація своїх ідей та отримання зворотного зв'язку від інвесторів та експертів.*

Інформальна освіта:

1. *Самоосвіта:*
   - *Книги та журнали: Читання наукової та технічної літератури, статей у фахових журналах.*
   - *Онлайн-ресурси та блоги: Слідкування за новинами та статтями в інтернет-виданнях та блогах.*
2. *Спільноти та форуми:*
   - *Онлайн-спільноти: Участь у дискусіях на платформах, таких як Stack Overflow, ResearchGate, LinkedIn.*
   - *Форуми та групи в соціальних мережах: Обговорення актуальних тем та обмін досвідом з іншими фахівцями.*
3. *Відеоматеріали:*
   - *YouTube-канали: Перегляд навчальних відео та лекцій від фахівців.*
   - *Платформи з навчальним контентом: Використання ресурсів, таких як Khan Academy, для поглиблення знань.*
4. *Підписки на наукові публікації та новини галузі:*
   - *Новини біоінженерії: Слідкування за останніми дослідженнями та відкриттями.*
   - *Підписки на журнали: Читання фахових журналів для отримання нових знань і розширення кругозору.*

При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з результатами ОК/програмними результатами навчання.

Правила академічної доброчесності

Академічна доброчесність є фундаментальною складовою освітнього процесу та професійної діяльності в галузі біотехнологій та біоінженерії. Дотримання етичних норм та принципів академічної доброчесності забезпечує якісну освіту, формує високі моральні стандарти та сприяє розвитку компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

1. Перевірка навчальних завдань на плагіат.

Звіти робіт:

- *Унікальність роботи: Усі письмові роботи повинні бути оригінальними та виконаними особисто здобувачем освіти.*
- *Правильне цитування: При використанні чужих ідей, даних або цитат необхідно обов'язково робити відповідні бібліографічні посилання згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015.*
- *Самоплагіат: Повторне використання власних робіт без належного посилання також вважається порушенням академічної доброчесності.*

2. Поведінка в аудиторії та недопущення списування та обману.

Поведінка під час лекцій та практичних занять:

- *Активна участь: Студенти заохочуються до активної участі в обговореннях, задавання питань та внесення власних ідей.*

- *Поважне ставлення: Необхідно дотримуватися етичних норм спілкування, поважати думки викладача та колег.*
- *Заборона використання заборонених засобів: Під час занять забороняється використання мобільних телефонів, планшетів та інших пристроїв без дозволу викладача.*

Недопущення списування та обману:

- *Індивідуальне виконання завдань: Усі контрольні роботи, тести та екзамени повинні виконуватися самостійно.*
- *Заборона використання допоміжних матеріалів: Під час контрольних заходів забороняється використання шпаргалок, підручників, електронних пристроїв (якщо це не передбачено викладачем).*
- *Недопущення передачі інформації: Забороняється спілкування з іншими здобувачами освіти під час контрольних заходів з метою отримання або передачі інформації.*

3. Санкції за порушення норм академічної доброчесності.

Порушеннями академічної доброчесності вважаються:

- *Плагіат: Використання чужих ідей, текстів або результатів досліджень без належного посилання.*
- *Списування: Виконання завдань шляхом копіювання відповідей від інших осіб або джерел.*
- *Фабрикація та фальсифікація даних: Вигадування або змінення даних в роботах.*
- *Обман: Надання неправдивої інформації щодо обставин виконання завдань.*
- *Корупційні дії: Пропозиція, надання або отримання неправомірної вигоди з метою впливу на результати оцінювання.*

Можливі санкції:

- *За плагіат або списування:*
- *Перше порушення: Анулювання результату роботи (оцінка "0" балів) з можливістю повторного виконання завдання за рішенням викладача.*
- *Повторне порушення: Анулювання результату роботи без права повторного виконання; попередження або догана; зниження підсумкової оцінки.*
- *За серйозні порушення (фабрикація, фальсифікація даних, корупція):*
- *Анулювання результатів навчання за освітньою компонентою.*
- *Порушення питання про відрахування з університету згідно з внутрішніми нормативними документами.*
- *Повідомлення адміністрації закладу освіти та відповідних комісій з академічної етики.*
- *За недобросовісну поведінку під час контрольних заходів:*
- *Видалення з аудиторії з анулюванням результату роботи.*
- *Попередження з внесенням запису до особистої справи.*

Здобувачі освіти зобов'язані:

- *Дотримуватися принципів академічної доброчесності в усіх видах навчальної діяльності.*
- *Ознайомитися з нормативними документами, що регламентують академічну доброчесність у закладі освіти.*
- *Повідомляти викладача або адміністрацію про відомі випадки порушень академічної доброчесності.*

4. Рекомендації для здобувачів освіти:

- *Плануйте свій час: Розподіляйте навантаження, щоб встигнути виконати завдання самостійно та якісно.*
- *Звертайтеся за допомогою: У разі труднощів з розумінням матеріалу звертайтеся до викладача або колег.*
- *Використовуйте надійні джерела: При підготовці робіт опирайтеся на наукові джерела та коректно їх цитуйте.*
- *Уникайте недобросовісної поведінки: Пам'ятайте про наслідки порушення правил академічної доброчесності.*

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись академічної доброчесності, основи якої викладено в наступних документах: 1. Стаття 42. Закон України «Про освіту». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 . 2. Стаття 1. Закон України «Про вищу освіту». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18 . 3. Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті

водного господарства та природокористування. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/28552/ .

Вимоги до відвідування

1. Вимоги до відвідування занять:

Обов'язковість відвідування:

- *Відвідування лекцій, лабораторних робіт та практичних занять є важливим для якісного засвоєння матеріалу та досягнення заявлених компетентностей.*
- *Студентам рекомендується брати активну участь у всіх формах аудиторних занять.*

Пунктуальність:

- *Студенти повинні приходити на заняття завчасно, щоб розпочати їх вчасно.*
- *Запізнення можуть завадити нормальному проведенню заняття.*

2. Порядок відпрацювання пропущених занять:

Об'єктивні причини пропуску:

- *Лікарняний лист: У випадку хвороби студент повинен надати офіційну медичну довідку.*
- *Академічна мобільність: Якщо студент бере участь у програмі академічної мобільності, необхідно заздалегідь узгодити графік та порядок відпрацювання з викладачем.*

Інші поважні причини: Сімейні обставини, офіційні заходи тощо повинні підтверджуватися відповідними документами.

Відпрацювання пропущених занять:

Лекції:

- *Студент повинен ознайомитися з пропущеним матеріалом самостійно, використовуючи надані навчальні матеріали.*
- *Можлива консультація з викладачем за домовленістю.*

Практичні заняття та лабораторні роботи:

- *Відпрацювання пропущених практичних занять здійснюється за індивідуальним графіком, узгодженим з викладачем.*
- *Студент отримує індивідуальне завдання, яке відповідає тематиці пропущеної роботи.*

3. Порядок отримання індивідуальних завдань:

Звернення до викладача:

- *Студент повинен особисто звернутися до викладача для отримання індивідуального завдання.*
- *Це можна зробити під час занять, на консультації або через електронну пошту.*

Терміни виконання:

- *Терміни виконання індивідуальних завдань встановлюються викладачем і повинні бути дотримані студентом.*
- *Несвоєчасне виконання може вплинути на підсумкову оцінку.*

Форма звітування:

- *Виконані завдання здаються у встановленому викладачем форматі (письмово, електронною поштою тощо).*
- *Можливе проведення додаткової співбесіди або презентації результатів.*

4. Додаткові положення:

Консультації з викладачем:

- *Студенти можуть звертатися до викладача за консультаціями щодо навчального матеріалу, виконання завдань, відпрацювання пропущених занять.*
- *Графік консультацій та контактна інформація надаються на першому занятті або розміщуються на навчальній платформі.*

Самостійна робота:

- *Студенти повинні відповідально ставитися до самостійної роботи, що складає значну частину освітньої компоненти (108 години).*

Автор
Доцент

Олександр ГРИЦИНА

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Валерій СОРОКА

документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №748
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100