

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

03-06-108S

СИЛАБУС	Біологічне очищення міських стічних вод	
SYLLABUS	Biological Treatment for Municipal Wastewater	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	BK19	
Освітній рівень Level of Education	Бакалаврський (перший) Bachelor's (first)	
Галузь знань Field of Knowledge	16	Хімічна інженерія та біоінженерія Chemical Engineering and Bioengineering
Спеціальність Field of Study		162
Освітня програма Degree Programme	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика Biotechnologies, Biorobotics and Bioenergy	

Силабус навчальної дисципліни «Біологічне очищення міських стічних вод» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2025. 18 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 «Біологічне очищення міських стічних вод»	
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія
Рік навчання, семестр	4 рік, 8 семестр
Кількість кредитів	3,0 кредитів ЄКТС
Лекції:	16 години
Лабораторні роботи:	-
Практичні заняття:	14 годин
Самостійна робота:	60 годин
Курсовий проєкт	-
Форма навчання	денна

Форма підсумкового контролю	екзамен
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	
<p>Мета дисципліни «Біологічне очищення міських стічних вод»: Надати студентам глибокі теоретичні знання та практичні навички у сфері біологічного очищення міських стічних вод, сформувати компетентності з проєктування та впровадження інноваційних біотехнологічних процесів, що поєднують принципи біотехнологій, біоробототехніки та біоенергетики для забезпечення екологічної безпеки та стійкого розвитку міської інфраструктури.</p> <p>Завдання дисципліни:</p> <ol style="list-style-type: none"> Оволодіти сучасними інноваційними технологіями біологічного очищення стічних вод Студенти мають вивчити та зрозуміти передові методи та технології, такі як використання мікробних паливних елементів, нанобіотехнологій, біоелектрохімічних систем та біореакторів з водоростями. Це завдання передбачає освоєння принципів роботи цих технологій, їхнього застосування у міських умовах та оцінки їх ефективності з точки зору очищення води та отримання додаткових корисних продуктів або енергії. Розвинути навички проєктування та управління біотехнологічними системами Студенти повинні навчитися використовувати методології проєктування біотехнологічних процесів, застосовувати сучасні автоматизовані системи управління та контролювати біоінженерні процеси. Це завдання включає здатність аналізувати та моделювати біологічні системи, оптимізувати умови культивування мікроорганізмів або водоростей, інтегрувати відновлювані джерела енергії та забезпечувати стабільність та ефективність робочих процесів. Формувати екологічне мислення та підходи до кругової економіки Студенти мають усвідомити важливість використання відходів стічних вод як ресурсів у контексті кругової економіки. Це завдання спрямоване на розвиток навичок вилучення та утилізації цінних компонентів зі стоків (фосфор, метали, біополімери), виробництва біогазу та інших відновлюваних джерел енергії. Важливо також навчитися оцінювати екологічні та економічні аспекти впровадження подібних технологій для забезпечення стійкого розвитку та мінімізації негативного впливу на довкілля. <p>Ці завдання спрямовані на підготовку висококваліфікованих фахівців, здатних впроваджувати сучасні біотехнологічні рішення для очищення міських стічних вод, що відповідають вимогам екологічної безпеки та ефективності. Вони також сприяють розвитку творчого та критичного мислення, необхідного для вирішення складних інженерних та екологічних проблем сучасності.</p>	
Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle	
https://exam.nuwm.edu.ua/course	

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

За своїм змістом дисципліна «Біологічне очищення міських стічних вод» базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін ОК11 «Загальна мікробіологія та вірусологія», ОК23 «Біотехнології», ОК13 «Загальна біотехнологія» тощо.

Компетентності

K17. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

K22. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

K23. Здатність використовувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення для вирішення професійних завдань.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

Структура та зміст освітнього компонента

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

Модуль 1. «Біологічне очищення міських стічних вод».

Змістовний модуль 1.

Тема №1: Інноваційні мікробні консорціуми в очищенні стічних вод

- Сучасні методи конструювання мікробних консорціумів для специфічних завдань очищення.
- Використання синтетичної біології для створення ефективних біотехнологічних систем.
- Застосування метагеноміки для аналізу та покращення біоремедіаційних процесів.

Практичне заняття № 1: "Розробка мікробного консорціуму для розкладу стійких органічних забруднювачів"

Тема №2: Біоелектрохімічні системи: від очищення до енергогенерації

- Принципи роботи мікробних паливних елементів та їх роль в очищенні стічних вод.
- Технології отримання електроенергії з органічних забруднювачів.
- Перспективи впровадження біоелектрохімічних систем у міські очисні споруди.

Практичне заняття № 2: "Моделювання роботи мікробного паливного елемента для міських стічних вод"

Тема №3: Нанобіотехнології в біологічному очищенні стічних вод

- Застосування наноматеріалів для підвищення ефективності біопроцесів.
- Наночастинки як носії для ензимів та мікроорганізмів.
- Оцінка екотоксикологічних ризиків використання нанотехнологій у водному середовищі.

Практичне заняття № 3: "Синтез та використання наноматеріалів у біореакторах"

Тема №4: Біотехнологія очищення води за допомогою водоростей

- Використання мікро- та макроводоростей для видалення забруднювачів.
- Вирощування та оптимізація біомаси водоростей для подальшого використання.
- Інтегровані системи очищення та отримання біопалива з водоростей.

Практичне заняття № 4: "Проектування системи біоочищення з використанням водоростей"

Змістовний модуль 2.

Тема №5: Кругова економіка: відходи стічних вод як ресурси

- Технології вилучення цінних компонентів (метали, фосфор, біополімери).
- Виробництво біогазу та його інтеграція в енергомережу.
- Економічна модель замкнутого циклу у сфері водопостачання та водовідведення.

Практичне заняття № 5: "Аналіз технологічних схем вилучення ресурсів зі стічних вод"

Тема №6: Генетична та метаболічна інженерія мікроорганізмів

- Створення надпродуцентів для біодеградації складних забруднювачів.
- Метаболічне профілювання та його застосування в оптимізації процесів.
- Біобезпека та регулювання використання генетично модифікованих організмів.

Практичне заняття №6: "Моделювання метаболічних шляхів для покращення біодеградації"

Тема №7: Інтелектуальні системи та біосенсори в очисних технологіях

- Розробка та використання біосенсорів для детекції забруднювачів.
- Автоматизація біотехнологічних процесів з використанням штучного інтелекту.
- Прогнозування та оптимізація роботи очисних споруд за допомогою машинного навчання.

Практичне заняття №7: "Створення прототипу біосенсора для моніторингу стічних вод"

Тема № 8: Інтеграція відновлюваних енергоресурсів у системи біоочищення

- Використання відновлюваних джерел енергії для підтримки очисних процесів.
- Енергоефективні технології та їх вплив на зменшення вуглецевого сліду.
- Створення автономних очисних систем з нульовим енергоспоживанням.

Тема	Лекції	Практичне заняття	Самостійна робота
Змістовний модуль 1			
Тема № 1. Інноваційні мікробні консорціуми в очищенні стічних вод	2	2	8
Тема № 2. Біоелектрохімічні системи: від очищення до енергогенерації	2	2	8
Тема № 3. Нанобіотехнології в біологічному очищенні стічних вод	2	2	8
Тема №4. Біотехнологія очищення води за допомогою водоростей	2	2	8
Разом змістовний модуль 1	8	8	32
Змістовний модуль 2			
Тема №5. Кругова економіка: відходи стічних вод як ресурси	2	2	7
Тема №6. Генетична та метаболічна інженерія мікроорганізмів	2	2	7
Тема №7. Інтелектуальні системи та біосенсори в очисних технологіях	2	2	7
Тема №8. Інтеграція відновлюваних енергоресурсів у системи біоочищення	2	-	7
Разом змістовний модуль 2	8	6	28
Разом освітня компонента	16	14	60

Теми практичних занять.

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин
1.	Розробка мікробного консорціуму для розкладу стійких органічних забруднювачів	2
2.	Моделювання роботи мікробного паливного елемента для міських стічних вод	2
3.	Синтез та використання наноматеріалів у біореакторах	2
4.	Проектування системи біоочищення з використанням водоростей	2
5.	Аналіз технологічних схем вилучення ресурсів зі стічних вод	2
6.	Моделювання метаболічних шляхів для покращення біодеградації	2

7.	Створення прототипу біосенсора для моніторингу стічних вод	2
Разом освітня компонента		14

Завдання для самостійної роботи (по 7-8 годин на кожну тему):

Тема №1. Інноваційні мікробні консорціуми в очищенні стічних вод

- **Вивчення наукової літератури:** Ознайомтеся з останніми науковими статтями про конструювання мікробних консорціумів для біоремедіації.
- **Реферат:** Підготуйте реферат (5-7 сторінок) про використання синтетичної біології у створенні ефективних мікробних систем для очищення стічних вод.
- **Аналіз випадків:** Розгляньте реальні приклади застосування метагеноміки для покращення процесів біоочищення та підготуйте презентацію.

Тема №2. Біоелектрохімічні системи: від очищення до енергогенерації

- **Дослідження технологій:** Вивчіть принцип дії мікробних паливних елементів (МПЕ) та їх застосування у водоочищенні.
- **Розрахункове завдання:** Розрахуйте потенціал генерації електроенергії при очищенні певного об'єму стічних вод за допомогою МПЕ.
- **Порівняльний аналіз:** Порівняйте ефективність біоелектрохімічних систем із традиційними методами очищення та енергозбереження.

Тема №3. Нанобіотехнології в біологічному очищенні стічних вод

- **Огляд наноматеріалів:** Складіть таблицю наноматеріалів, що використовуються в біоочищенні, із зазначенням їх властивостей та функцій.
- **Екотоксикологічний аналіз:** Дослідіть можливі ризики застосування наночастинок у водних екосистемах та підготуйте звіт.
- **Кейс-стаді:** Розгляньте конкретний приклад застосування нанотехнологій у стічних водах та проаналізуйте результати.

Тема №4. Біотехнологія очищення води за допомогою водоростей

- **Дослідження видів водоростей:** Вивчіть різні види мікро- та макроводоростей, придатних для біоочищення.
- **Проектування системи:** Розробіть схему біореактора з водоростями для очищення міських стічних вод.
- **Аналіз використання біомаси:** Підготуйте огляд про можливості переробки водоростевої біомаси в біопаливо або інші корисні продукти.

Тема №5. Кругова економіка: відходи стічних вод як ресурси

- **Аналіз технологій вилучення ресурсів:** Розгляньте сучасні методи вилучення фосфору, азоту та металів зі стічних вод.
- **Економічне обґрунтування:** Розрахуйте економічну доцільність впровадження технології вилучення певного ресурсу на очисних спорудах.
- **Екологічний менеджмент:** Розробіть стратегію управління відходами стічних вод у контексті кругової економіки.

Тема №6. Генетична та метаболічна інженерія мікроорганізмів

- **Вивчення методик:** Ознайомтеся з методами генетичної модифікації для створення надпродуцентів біодеградації.
- **Метаболічне моделювання:** Проаналізуйте метаболічні шляхи обраного мікроорганізму та запропонуйте шляхи їх оптимізації.
- **Етичний аспект:** Підготуйте есе про етичні питання використання генетично модифікованих мікроорганізмів у довкіллі.

Тема №7. Інтелектуальні системи та біосенсори в очисних технологіях

- **Огляд біосенсорів:** Дослідіть різновиди біосенсорів для моніторингу забруднювачів у реальному часі.
- **Технології штучного інтелекту:** Вивчіть застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування ефективності біоочищення.
- **Практичне застосування:** Розробіть концептуальну модель інтелектуальної системи управління очисними процесами.

Тема № 8. Інтеграція відновлюваних енергоресурсів у системи біоочищення

- **Дослідження джерел енергії:** Вивчіть можливості використання сонячної, вітрової та гідроенергії в очисних спорудах.

- **Енергоефективний дизайн:** Розробіть проєкт енергоефективної очисної станції з використанням відновлюваних джерел енергії.
- **Оцінка впливу:** Проаналізуйте, як впровадження відновлюваних енергоресурсів зменшує екологічний слід підприємства.

Ці завдання спрямовані на глибоке вивчення кожної теми та розвиток практичних навичок дослідницької роботи. Виконуючи їх, ви зможете не лише закріпити теоретичні знання, але й застосувати їх у контексті реальних інноваційних підходів у сфері біологічного очищення міських стічних вод.

Форми та методи навчання

1. **Проектно-орієнтоване навчання (Project-Based Learning)** Опис: Студенти розробляють реальні проєкти, спрямовані на створення інноваційних біотехнологічних рішень для очищення міських стічних вод. Наприклад, проєктування ефективних біореакторів або систем рекуперації ресурсів зі стічних вод.

Відповідність ПРН:

- **ПР07:** Студенти застосовують знання про склад і структуру клітин для оптимізації умов культивування мікроорганізмів у розроблених технологіях.
- **K17:** Використання методологій проєктування біотехнологічних виробництв.

Студентоцентрикований підхід: Дає змогу студентам обирати напрямок проєкту за інтересами, розвиває навички самостійного прийняття рішень та командної роботи, стимулює творчість і відповідальність.

2. **Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning)** Опис: Навчання через вирішення конкретних проблемних ситуацій, що імітують реальні виклики в галузі біологічного очищення стічних вод. Студенти аналізують проблему, шукають інформацію, пропонують та обґрунтовують свої рішення.

Відповідність ПРН:

- **ПР07:** Розвиток умінь визначати оптимальні умови культивування біологічних агентів для вирішення поставленої проблеми.
- **K23:** Застосування сучасних систем управління для реалізації запропонованих рішень.

Студентоцентрикований підхід: Студенти активно залучаються до процесу навчання, розвивають критичне мислення, навички дослідницької діяльності та самостійного пошуку знань.

3. **Інтерактивні практичні заняття з використанням передових технологій** Опис: Практичні заняття, де студенти працюють з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням для моделювання і керування біотехнологічними процесами очищення стічних вод. Включає використання автоматизованих систем і симуляторів біореакторів.

Відповідність ПРН:

- **ПР07:** Практичне застосування знань про клітинні системи в реальних умовах культивування.
- **K23:** Навички роботи з автоматизованими системами управління біотехнологічними процесами.

Студентоцентрикований підхід: Студенти активно експериментують, отримують практичний досвід, розвивають технічні та аналітичні навички, що підвищує їхню впевненість і компетентність.

4. **Фліп-клас (перевернутий клас)** Опис: Студенти самостійно опановують теоретичний матеріал через відеолекції, онлайн-ресурси та літературу, а час аудиторних занять присвячується обговоренню складних питань, практичним вправам і взаємодії з викладачем та одногрупниками.

Відповідність ПРН:

- **ПР07:** Глибше засвоєння теоретичних основ для подальшого застосування на практиці.
- **K17:** Обговорення методологій проєктування в інтерактивному середовищі.

Студентоцентрикований підхід: Стимулює самостійну роботу та відповідальність за власне навчання, надає можливість навчатися у власному темпі та фокусуватися на питаннях, що потребують додаткової уваги.

5. **Кейс-стаді та рольові ігри** Опис: Аналіз реальних кейсів успішних або проблемних проєктів у сфері біологічного очищення стічних вод. Рольові ігри, де студенти виступають у ролі інженерів, менеджерів, науковців, приймаючи рішення в змодельованих ситуаціях.

Відповідність ПРН:

- **ПР07:** Застосування знань для вирішення практичних завдань та прийняття рішень в умовах, близьких до реальних.
- **K17:** Удосконалення навичок проєктування та управління біотехнологічними процесами.

Студентоцентрований підхід: Сприяє розвитку комунікативних навичок, вмінню працювати в команді, приймати рішення та нести за них відповідальність, формує готовність до реальних професійних ситуацій.

Ці форми і методи навчання спрямовані на активне залучення студентів у навчальний процес, розвиток їхніх професійних та особистісних компетентностей. Вони відповідають принципам студентоцентрованого підходу, оскільки фокусуються на потребах та інтересах студентів, заохочують до самостійного мислення, творчості та ініціативності. Також вони підтримують академічну свободу, даючи можливість вільного вибору способів навчання та самовираження в освітньому процесі.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/результатів навчання

Форма підсумкового контролю – екзамен. 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 контролю 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 контролю 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	Практичне заняття	Самостійна робота
Змістовний модуль 1			
Тема № 1. Інноваційні мікробні консорціуми в очищенні стічних вод	-	0-4	0-4
Тема №2. Біоелектрохімічні системи: від очищення до енергогенерації	-	0-4	0-4
Тема № 3. Нанобіотехнології в біологічному очищенні стічних вод	-	0-4	0-4
Тема №4. Біотехнологія очищення води за допомогою водоростей	-	0-4	0-4
Разом змістовний модуль 1	-	0-16	0-16
Модульний контроль 1		0-20	
Змістовний модуль 2			
Тема № 5. Кругова економіка: відходи стічних вод як ресурси	-	0-4	0-4
Тема № 6. Генетична та метаболічна інженерія мікроорганізмів	-	0-4	0-4
Тема № 7. Інтелектуальні системи та біосенсори в очисних технологіях	-	0-4	0-4
Тема № 8. Інтеграція відновлюваних енергоресурсів у системи біоочищення	-	-	0-4
Разом змістовний модуль 2	-	0-12	0-16

Модульний контроль 1	0-20
Разом освітня компонента	0-100

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття складає 4,0 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

1. **Виконання практичного завдання** – до **2,0** балів
 - **Повнота виконання** (1,0 бал): Студент повністю виконав всі поставлені завдання відповідно до методичних рекомендацій.
 - **Якість та точність** (1,0 бал): Результати є коректними, використовуються належні методи та інструменти, відповідають меті заняття.
2. **Розуміння та застосування теоретичного матеріалу** – до **1,0** бала
 - **Глибина розуміння** (0,5 бала): Студент демонструє чітке розуміння теоретичних концепцій, пов'язаних з темою заняття.
 - **Здатність до аналізу та синтезу** (0,5 бала): Вміння застосовувати теорію на практиці, робити обґрунтовані висновки та пропозиції.
3. **Активність та участь у занятті** – до **0,5** бала
 - **Ініціативність** (0,25 бала): Студент проявляє активність, задає питання, вносить конструктивні пропозиції.
 - **Співпраця в команді** (0,25 бала): Ефективна робота в групі, взаємодія з іншими студентами, сприяння спільному результату.
4. **Оформлення та презентація результатів** – до **0,5** бала
 - **Якість оформлення** (0,25 бала): Дотримання вимог до оформлення звіту або презентації, логічна структура, грамотність.
 - **Візуалізація даних** (0,25 бала): Використання графіків, схем, таблиць для наочного представлення результатів.

Загальна сума балів за практичне заняття – до 4,0 балів

Примітки:

- **Відмінне виконання** (3,5–4,0 бали): Студент повністю та якісно виконав завдання, продемонстрував глибокі знання, був активним та професійно оформив результати.
- **Добре виконання** (2,5–3,49 бали): Завдання виконано з незначними недоліками, теоретичні знання достатні, активність була помірною, оформлення в основному відповідає вимогам.
- **Задовільне виконання** (1,5–2,49 бали): Є помилки у виконанні завдання, теоретичні знання поверхневі, низька активність, оформлення частково не відповідає вимогам.
- **Незадовільне виконання** (0–1,49 бали): Завдання не виконано або виконано з суттєвими помилками, відсутнє розуміння теорії, пасивність на занятті, невідповідне оформлення.

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання самостійної роботи складає 4 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

1. **Якість виконаної роботи** – до **2,0** балів
 - **Глибина опрацювання матеріалу** (1,0 бал): Студент детально вивчив тему, використав різноманітні та актуальні джерела інформації, продемонстрував розуміння складних аспектів питання.
 - **Аналіз та синтез інформації** (1,0 бал): Робота містить власний аналіз, порівняння різних точок зору, узагальнення даних, логічні висновки.
2. **Самостійність та оригінальність підходу** – до **1,0** бала
 - **Самостійність виконання** (0,5 бала): Завдання виконано без сторонньої допомоги, відсутні ознаки плагіату, студент самостійно організував роботу над матеріалом.
 - **Креативність та інноваційність** (0,5 бала): Виявлено оригінальний підхід до вирішення завдання, запропоновано нові ідеї або рішення, неординарний погляд на проблему.
3. **Структурованість та логічність викладу** – до **0,5** бала
 - **Чітка структура роботи** (0,25 бала): Наявність змісту, вступу, основної частини, висновків та списку використаних джерел.

Послідовність та логічність подання матеріалу.

- **Ясність та доступність викладу** (0,25 бала): Матеріал подано зрозумілою мовою, терміни визначені, аргументація переконлива.

4. Оформлення та презентація результатів – до 0,5 бала

- **Відповідність вимогам оформлення** (0,25 бала): Дотримано стандартів академічного письма, правильне оформлення посилань та бібліографії, стандартизація шрифту та інтервалів.
- **Мовна грамотність** (0,25 бала): Відсутність орфографічних, граматичних та стилістичних помилок, використання професійної термінології.

Загальна сума балів за самостійну роботу – до 4,0 балів

Примітки:

- **Відмінне виконання** (3,5–4,0 бала): Робота відповідає всім критеріям на високому рівні, демонструє глибоке розуміння теми, самостійність, оригінальність та бездоганне оформлення.
- **Добре виконання** (2,5–3,49 бала): Робота якісна, але може містити незначні недоліки в аналізі або оформленні; загалом відповідає вимогам.
- **Задовільне виконання** (1,5–2,49 бала): Робота має певні недоліки в змісті, аналізі або оформленні; демонструє базове розуміння теми.
- **Незадовільне виконання** (0–1,49 бала): Робота не відповідає основним вимогам, містить суттєві помилки або плагіат, відсутнє самостійне опрацювання матеріалу.

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	X	0-20	X	до 40

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

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	X	0-40	X	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
90–100	відмінно

74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

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

Допоміжна:

7. Anming Hu, Allen Apblett at all. Nanotechnology for Water Treatment and Purification. Springer. ISBN: 9783319065779. 2014. 373 p.
8. Adrián Bonilla-Petriciolet, Didilia Ileana Mendoza-Castillo, Hilda Elizabeth Reynel-Ávila. Adsorption Processes for Water Treatment and Purification. Springer. ISBN: 9783319863306. 2018. 256 p.
9. 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

Студенти розвивають здатність глибоко аналізувати складні екологічні та технологічні задачі, пов'язані з очищенням стічних вод. Вони вчаться виявляти кореневі причини проблем, оцінювати ризики та потенційні наслідки різних рішень. Ця навичка допомагає не лише в академічному середовищі, але й у реальних професійних ситуаціях, де необхідно швидко знаходити оптимальні рішення на основі наукових даних та інноваційних підходів.

2. Командна робота та міждисциплінарна співпраця

Біологічне очищення стічних вод є мультидисциплінарною галуззю, що поєднує біотехнології, інженерію, екологію та економіку. Під час навчання студенти працюють у командах, навчаючись ефективно комунікувати, розподіляти ролі та відповідальність, узгоджувати різні точки зору. Вони розвивають емпатію, навички переговорів та вміння досягати консенсусу, що є критично важливими в сучасному професійному середовищі.

3. Комунікативні навички та презентація інформації

Дисципліна вимагає від студентів вміння чітко та переконливо донести складну технічну інформацію до різної аудиторії. Вони практикуються у підготовці наукових звітів, презентацій, постерів та публічних виступів. Розвивається вміння адаптувати стиль та зміст повідомлення залежно від аудиторії — колег, наукового співтовариства чи громадськості. Це сприяє формуванню впевненості у спілкуванні та здатності впливати на рішення інших.

4. Творче та інноваційне мислення

Студенти заохочуються до пошуку нестандартних рішень та генерації нових ідей у сфері біоочищення. Вони навчаються підходити до проблем з різних кутів, комбінувати знання з різних галузей, застосовувати дизайн-мислення для розробки інноваційних технологій. Ця навичка є ключовою для розвитку сучасних біотехнологій та впровадження передових рішень у практику.

До того ж, вивчення дисципліни сприяє розвитку таких важливих якостей, як відповідальність за екологічні рішення, етичне ставлення до використання біотехнологій та усвідомлення глобальних викликів у сфері охорони довкілля. Студенти не лише набувають професійних знань, але й формують соціальну відповідальність, що є цінним у сучасному 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: 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, 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:

- 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 №788
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100