

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

03-06-109S

| | | |
|--|---|--|
| СИЛАБУС SYLLABUS | Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із стічних вод Modern technologies for the removal of nitrogen and phosphorus compounds from wastewater | |
| Шифр за ОП Code in Degree Programme | BK20 | |
| 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 «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із 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. 17 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 <i>навчальної дисципліни «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із стічних вод»</i> | |
|--|---|
| <i>Ступінь вищої освіти</i> | <i>бакалавр</i> |
| <i>Освітня програма</i> | <i>Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика</i> |
| <i>Спеціальність</i> | <i>162 Біотехнології та біоінженерія</i> |
| <i>Рік навчання, семестр</i> | <i>4 рік, 8 семестр</i> |
| <i>Кількість кредитів</i> | <i>3,0 кредитів ЄКТС</i> |
| <i>Лекції:</i> | <i>16 години</i> |
| <i>Лабораторні роботи:</i> | <i>-</i> |
| <i>Практичні заняття:</i> | <i>14 годин</i> |
| <i>Самостійна робота:</i> | <i>60 годин</i> |
| <i>Курсовий проєкт</i> | <i>-</i> |
| <i>Форма навчання</i> | <i>денна</i> |

| | |
|--|---|
| Форма підсумкового контролю | екзамен |
| Мова викладання | державна |
| ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА | |
|  | Грицина Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи |
| Вікіситет | Грицина Олександр Олександрович |
| 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>Дисципліна «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із стічних вод» має на меті надати студентам глибокі теоретичні знання та практичні навички в області сучасних методів очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору. Це спрямовано на підготовку фахівців, здатних проектувати та оптимізувати біотехнологічні процеси, що забезпечують зменшення негативного впливу на довкілля, раціональне використання ресурсів та впровадження інноваційних екологічно безпечних технологій.</p> <p>Завдання дисципліни:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ознайомлення з екологічними проблемами забруднення сполуками азоту та фосфору: <ul style="list-style-type: none"> Студенти вивчають джерела та масштаби забруднення, вплив надмірних концентрацій N та P на екосистеми та здоров'я людини. Розуміють важливість контролю і регулювання вмісту цих сполук у стічних водах. Опанування сучасних технологій видалення сполук азоту та фосфору: <ul style="list-style-type: none"> Вивчають хімічні, біологічні та фізико-хімічні методи очищення. Знайомляться з інноваційними технологіями та процесами, такими як анаммокс, EBPR та комбіновані системи. Розвиток навичок проектування технологічних схем та процесів: <ul style="list-style-type: none"> Навчаються розробляти та оптимізувати технологічні схеми виробництва та очисних споруд з урахуванням специфіки стічних вод. Вчать застосовувати методології проектування для створення ефективних та економічно обґрунтованих рішень. Формування аналітичних та дослідницьких компетенцій: <ul style="list-style-type: none"> Розвивають здатність аналізувати нормативні документи, стандарти та технічні умови. Навчаються критично оцінювати ефективність різних методів, проводити техніко-економічний аналіз та робити аргументовані висновки щодо впровадження певних технологій. <p>Ці завдання сприяють підготовці висококваліфікованих фахівців, готових до розв'язання сучасних екологічних викликів в галузі біотехнології та біоінженерії, здатних впроваджувати інновації та приймати відповідальні рішення для сталого розвитку суспільства.</p> | |
| Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle | |
| https://exam.nuwm.edu.ua/course | |
| Передумови вивчення (місце освітнього компонента в структурно-логічній схемі) | |

За своїм змістом дисципліна «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із 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.

K19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.

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. «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із стічних вод».

Змістовний модуль 1.

Тема №1: Вступ до сучасних технологій видалення сполук азоту та фосфору зі стічних вод

- Аналіз джерел забруднення стічних вод сполуками азоту та фосфору.
- Вплив сполук азоту та фосфору на довкілля та здоров'я людини.
- Нормативно-правові вимоги щодо очистки стічних вод від сполук N та P.

Тема №2: Хімічні методи видалення сполук фосфору

- Принципи хімічного осадження фосфору.
- Використання коагулянтів та флокулянтів у процесах очищення.
- Переваги та недоліки хімічних методів видалення фосфору.

Практичне заняття: Розрахунок оптимальної дози реагентів для осадження фосфору.

Тема №3: Біологічне видалення сполук азоту: нітрифікація та денітрифікація

- Мікробіологічні процеси нітрифікації та денітрифікації.
- Технологічні схеми очищення з використанням цих процесів.
- Фактори, що впливають на ефективність біологічного видалення азоту.

Практичне заняття: Аналіз кінетики процесів нітрифікації та денітрифікації в реакторах.

Тема №4: Інноваційні методи біологічного видалення азоту

- Процес анаеробної амоніфікації (Anammox).
- Технології часткової нітритної денітрифікації (SHARON) та комбіновані процеси.
- Переваги новітніх методів та перспективи їх впровадження.

Практичне заняття: Проектування системи Anammox для ефективного видалення азоту.

Змістовний модуль 2.

Тема №5: Біологічне видалення сполук фосфору

- Механізми біологічного накопичення фосфору (EBPR).
- Роль фосфат-акумуляючих організмів (PAO) у процесах очищення.
- Оптимізація умов для підвищення ефективності видалення фосфору.

Практичне заняття: Розробка технологічної схеми процесу EBPR.

Тема №6: Комбіновані технології видалення азоту та фосфору

- Інтеграція біологічних процесів для одночасного видалення N та P.
- Використання мембранних біореакторів та технологій біоплівки.
- Стратегії оптимізації технологічних схем очищення стічних вод.

Практичне заняття: Моделювання інтегрованої системи біологічного очищення.

Тема №7: Фізико-хімічні методи видалення сполук азоту та фосфору

- Адсорбція як метод видалення сполук N та P.

- Застосування іонного обміну та мембранних технологій.
- Порівняльний аналіз фізико-хімічних та біологічних методів.

Тема №8: Перспективи розвитку технологій видалення сполук азоту та фосфору

- Економічна ефективність та екологічні аспекти сучасних технологій.
- Вторинне використання відходів: відновлення фосфору та азоту.
- Інноваційні рішення та тенденції розвитку в галузі очищення стічних вод.

Практичне заняття: Економічна оцінка та вибір оптимальної технології видалення N та P.

| Тема | Лекції | Практичне заняття | Самостійна робота |
|--|--------|-------------------|-------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Тема №1. Вступ до сучасних технологій видалення сполук азоту та фосфору зі стічних вод | 2 | 2 | 8 |
| Тема № 2. Хімічні методи видалення сполук фосфору | 2 | 2 | 8 |
| Тема № 3. Біологічне видалення сполук азоту: нітрифікація та денітрифікація | 2 | 2 | 8 |
| Тема № 4. Інноваційні методи біологічного видалення азоту | 2 | 2 | 8 |
| Разом змістовний модуль 1 | 8 | 8 | 32 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Тема №5. Біологічне видалення сполук фосфору | 2 | 2 | 7 |
| Тема №6. Комбіновані технології видалення азоту та фосфору | 2 | 2 | 7 |
| Тема №7. Фізико-хімічні методи видалення сполук азоту та фосфору | 2 | 2 | 7 |
| Тема №8. Перспективи розвитку технологій видалення сполук азоту та фосфору | 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. | Розрахунок оптимальної дози реагентів для осадження фосфору | 2 |
| 2. | Аналіз кінетики процесів нітрифікації та денітрифікації в реакторах | 2 |
| 3. | Проектування системи Апаттох для ефективного видалення азоту | 2 |
| 4. | Розробка технологічної схеми процесу EBPR | 2 |
| 5. | Моделювання інтегрованої системи біологічного очищення | 2 |
| 6. | Економічна оцінка та вибір оптимальної технології видалення N та P | 2 |
| 7. | Аналіз ефективності мембранних технологій для очищення стічних вод | 2 |
| Разом освітня компонента | | 14 |

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

Тема 1. Вступ до сучасних технологій видалення сполук азоту та фосфору зі стічних вод

Завдання:

- Дослідити нормативно-правову базу щодо очистки стічних вод від сполук азоту та фосфору в Україні та ЄС.
- Підготувати аналітичний огляд основних джерел забруднення стічних вод сполуками N та P.

- Оцінити екологічні наслідки евтрофікації водойм через надмірний вміст азоту та фосфору.

Тема 2. Хімічні методи видалення сполук фосфору

• Завдання:

- Вивчити механізми хімічного осадження фосфору з використанням різних реагентів (залізо, алюміній, кальцій).
- Порівняти ефективність коагулянтів та флокулянтів у процесах видалення фосфору.
- Розробити проект хімічної установки для осадження фосфору на конкретному підприємстві.

Тема 3. Біологічне видалення сполук азоту: нітрифікація та денітрифікація

• Завдання:

- Дослідити види мікроорганізмів, що беруть участь у нітрифікації та денітрифікації, та їх біохімічні особливості.
- Побудувати технологічну схему біореактора для послідовної нітрифікації та денітрифікації.
- Провести аналіз впливу умов середовища (рН, температура, вміст кисню) на ефективність процесів.

Тема 4. Інноваційні методи біологічного видалення азоту

• Завдання:

- Вивчити процес анаммокс та його застосування в очищенні стічних вод високої концентрації амонію.
- Підготувати презентацію про комбіновані технології, такі як SHARON, CANON та DEAMOX.
- Проаналізувати переваги інноваційних методів над традиційними щодо енергоспоживання та екологічності.

Тема 5. Біологічне видалення сполук фосфору

• Завдання:

- Дослідити механізми накопичення фосфору фосфат-акумуляуючими організмами (РАО).
- Розробити умови культивування для максимізації біологічного видалення фосфору.
- Оцінити можливість рекуперації фосфору з осаду для використання в сільському господарстві.

Тема 6. Комбіновані технології видалення азоту та фосфору

• Завдання:

- Вивчити інтегровані системи біологічного очищення, такі як процеси UCT та Vardenpho.
- Розробити технологічну схему, що поєднує видалення N та P для муніципальної очисної споруди.
- Провести техніко-економічний аналіз запропонованої комбінованої технології.

Тема 7. Фізико-хімічні методи видалення сполук азоту та фосфору

• Завдання:

- Дослідити методи адсорбції на різних сорбентах для видалення сполук азоту та фосфору.
- Порівняти ефективність мембранних технологій (зворотний осмос, ультрафільтрація) з іншими методами.
- Оцінити можливості впровадження фізико-хімічних методів на існуючих очисних спорудах.

Тема 8. Перспективи розвитку технологій видалення сполук азоту та фосфору

• Завдання:

- Проаналізувати сучасні тенденції та інновації в галузі очищення стічних вод від N та P.
- Дослідити можливості використання відновлених сполук азоту та фосфору як вторинних ресурсів.
- Написати аналітичний звіт про перспективи розвитку технологій очищення стічних вод на найближче десятиліття.

1. **Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning):**

- Студенти працюють в групах над реальними або змодельованими проблемами очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору. Вони самостійно шукають рішення, досліджують літературу, проводять розрахунки та пропонують власні технологічні рішення.
- **Переваги:** Розвиває критичне мислення, навички аналізу та вирішення проблем, сприяє глибшому розумінню матеріалу. Відповідає ПРН ПР05 та ПР07.

2. **Проектне навчання:**

- Виконання індивідуальних або групових проектів зі створення технологічних схем виробництв або очисних споруд. Студенти розробляють проекти від концепції до презентації готового рішення.
- **Переваги:** Формує здатність до проектування виробництв (K17, K19), практичне застосування теоретичних знань, розвиток творчих здібностей і презентаційних навичок.

3. **Дискусії та семінари:**

- Організація тематичних обговорень, де студенти аналізують наукові статті, нормативні документи, обговорюють сучасні тенденції та проблеми галузі.
- **Переваги:** Сприяє розвитку комунікативних навичок, критичного мислення, вміння аргументовано висловлювати свою думку, відповідає принципам академічної свободи.

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. Вступ до сучасних технологій видалення сполук азоту та фосфору зі стічних вод | - | - | 0-4 |
| Тема № 2. Хімічні методи видалення сполук фосфору | - | 0-4 | 0-4 |
| Тема № 3. Біологічне видалення сполук азоту: нітрифікація та денітрифікація | - | 0-4 | 0-4 |
| Тема № 4. Інноваційні методи біологічного видалення азоту | - | 0-4 | 0-4 |
| Разом змістовний модуль 1 | - | 0-12 | 0-16 |
| Модульний контроль 1 | | 0-20 | |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Тема № 5. Біологічне видалення сполук фосфору | - | 0-4 | 0-4 |
| Тема № 6. Комбіновані технології видалення азоту та фосфору | - | 0-4 | 0-4 |

| | | | |
|---|---|-------|------|
| Тема № 7. Фізико-хімічні методи видалення сполук азоту та фосфору | - | 0-4 | 0-4 |
| Тема № 8. Перспективи розвитку технологій видалення сполук азоту та фосфору | - | 0-4 | 0-4 |
| Разом змістовний модуль 2 | - | 0-16 | 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 чітко 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: 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. 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. Олексі 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. Комунікація та навички презентації:

Під час навчання студенти регулярно презентують свої проекти, дослідження та ідеї. Вони вчаться чітко та переконливо висловлювати думки, аргументувати свої пропозиції та спілкуватися з різними аудиторіями. Це розвиває навички публічних виступів, ведення дискусій та ефективної передачі інформації.

2. Командна робота та співпраця:

Багато завдань виконуються в групах, що стимулює вміння працювати в команді. Студенти вчаться розподіляти ролі, відповідально ставитися до обов'язків, підтримувати колег та ефективно взаємодіяти для досягнення спільної мети. Це готує їх до реальних умов роботи в міждисциплінарних командах.

3. Творче та інноваційне мислення:

Вирішення сучасних екологічних викликів вимагає креативного підходу. Студенти заохочуються до розробки нестандартних рішень, впровадження новітніх технологій та пошуку інноваційних методів очищення стічних вод. Це розвиває їхній потенціал як винахідників та новаторів у галузі біотехнології.

4. Управління часом та організаційні навички:

Навчальна програма передбачає виконання численних завдань з чіткими дедлайнами. Студенти вчаться планувати свій час, пріоритетувати завдання та дотримуватися встановлених термінів. Це формує в них дисциплінованість, відповідальність та здатність працювати в умовах обмеженого часу.

Додатково, ця дисципліна сприяє розвитку екологічної свідомості та етичної відповідальності. Студенти розуміють глобальне значення своєї роботи для суспільства та довкілля, що мотивує їх до професійного росту та активної громадянської позиції.

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 №787
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100