НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут будівництва, архітектури та дизайну

03-06-189S

СИЛАБУС	***Мейджор: Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод***	
SYLLABUS	***Major: Design of local bioreactors and wastewater treatment systems***	
Шифр за ОП *Code in Degree Programme*	*МД05*	
Освітній рівень *Level of Education*	*Перший (бакалаврський)* *First (bachelor's)*	
Галузь знань *Field of Knowledge*	***G***	*Інженерія, виробництво та будівництво* *Engineering, production and construction*
Спеціальність *Field of Study*	***G21***	*Біотехнології та біоінженерія* *Biotechnology and Bioengineering*
Освітня програма *Degree Programme*	*Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика* *Biotechnology, biorobotics and bioenergy*	

РІВНЕ – 2026

Силабус навчальної дисципліни «Мейджор: Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2026. 17 с.

ОП на сайті університету: https://ep3.nuwm.edu.ua/36092/

Розробник силабусу: Грицина Олександр Олексійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол №9 від “11” березня 2026 року

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

Керівник (гарант) ОП: Бєдункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол №7 від “17” березня 2026 року

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

© Грицина О.О., 2026
© НУВГП, 2026

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ навчальної дисципліни «Мейджор: Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод»	
Ступінь вищої освіти	*Бакалавр*
Освітня програма	*Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика (ID 81756)*
Спеціальність	*G21 Біотехнології та біоінженерія*
Рік навчання, семестр	*4 рік, 7 семестр*
Кількість кредитів	*4,5 кредитів ЄКТС*
Лекції:	*24 годин*
Практичні заняття:	*22 годин*
Самостійна робота:	*89 годин*
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*
НФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	

Мета дисципліни:

Забезпечити здобуття студентами практичних і теоретичних знань та навичок з проєктування локальних біореакторів і систем очищення стічних вод, необхідних для розробки, обґрунтування, вибору обладнання та експлуатації ефективних, безпечних і сталих локальних рішень з урахуванням технічних, економічних і екологічних вимог.

Завдання дисципліни:

1. Формування інженерних навичок проєктування: надати вміння застосовувати методології проєктування апаратурно-технологічних схем, складати матеріальні баланси та розрахунки продуктивності для локальних біореакторів.

2. Застосування міждисциплінарних знань: забезпечити інтеграцію знань з мікробіології, хімії, гідродинаміки та тепло- і масообміну для обґрунтування вибору режимів роботи і конструктивних рішень.

3. Підбір і технічна специфікація обладнання: навчити обґрунтовано вибирати насоси, аератори, змішувачі, мембрани та інші елементи системи;

складати технічні специфікації з урахуванням матеріалів, корозійної стійкості та енергоспоживання.

4. Автоматизація та контроль процесів: розвинути навички формулювання технічного завдання для систем автоматизації, вибору сенсорів і побудови алгоритмів регулювання ключових параметрів (pH, DO, температура, рівень).

5. Підтримка сталого розвитку і етична відповідальність: формувати усвідомлення екологічної відповідальності, етичних аспектів і принципів академічної доброчесності при розробці та впровадженні технологічних рішень.

6. Сприяння безперервному професійному розвитку: заохочувати самостійне опанування нових технологій, участь у неформальній освіті (вебінари, стажування, майстер-класи) і інтеграцію набутого досвіду в професійну практику.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle

https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=8331

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

Дисципліна «Мейджор: Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод» є вибірковою. За своїм змістом дисципліна «Мейджор: Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод» базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін циклів загальної та фахової підготовки: «Загальна мікробіологія та вірусологія», «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», «Біоінженерія», «Біотехнології очищення води».

Компетентності

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

К17. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К20. Здатність складати апаратурні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К27. Здатність аналізувати, вміти обирати та застосовувати новітні досягнення біотехнології для вирішення природоохоронних задач, у тому числі: очищення природних та стічних вод, відновлення водних екосистем, очищення забруднених природних компонентів (вод, ґрунтів, повітря), відновлення порушених екосистем, рециклінгу та утилізації відходів та ін.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності.

ПР17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.

ПР18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної

підготовки.

ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.

ПР 26. Вміти застосовувати біотехнологічні знання щодо зменшення забруднення навколишнього середовища шкідливими сполуками та речовинами, орієнтуватися в основних біотехнологічних концепціях і теоріях, пов'язаних з очищенням природних та стічних вод, робити розрахунки матеріальних балансів, складати апаратно-технологічні схеми очищення природних і стічних вод.

Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента: Модуль 1. Проєктування локальних біореакторів та систем очищення стічних вод

Змістовний модуль 1. Основи проєктування локальних біореакторів.

Тема №1. Типи локальних біореакторів і сфери їх застосування:

- *Короткий опис теми: огляд основних типів локальних біореакторів: аеробні, анаеробні, комбіновані анаеробно-аеробні, реактори з прикріпленою біомасою, мембранні біореактори. Аналіз практичних сфер застосування в локальних системах очищення стічних вод (домогосподарства, малі підприємства, сільські громади).*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К17; К27; ПР19; ПР26.*

Тема №2. Біологічні основи процесів очищення стічних вод:

- *Опис теми: мікробіологічні та біохімічні механізми розкладу органічних речовин, нітрифікації та денітрифікації; роль різних біологічних агентів у локальних установках очищення.*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К19; К27; ПР15; ПР26.*

Тема №3. Гідродинаміка, перемішування та масообмін у малих біореакторах:

- *Опис теми: основи гідродинаміки та перемішування, аерації, тепло- і масообміну в локальних установках; вплив гідродинамічних режимів на ефективність біологічної обробки та вибір обладнання.*
- *Компетентності та програмні результати: К17; К20; ПР15; ПР18.*

Тема №4. Матеріальний баланс і розрахунок продуктивності циклу:

- *Опис теми: складання матеріальних балансів для одного циклу обробки стічних вод; розрахунок часу перебування, навантаження на біомасу та продуктивності установки; приклади розрахунків для локальних систем.*
- *Компетентності та програмні результати: К17; К19; ПР17; ПР20; ПР26.*

Тема №5. Вибір і технічна специфікація обладнання для локальних біореакторів:

- *Опис теми: критерії вибору насосів, аераторів, змішувачів, резервуарів і мембран; оформлення технічної специфікації з урахуванням матеріалів, корозійної стійкості та експлуатаційних вимог.*
- *Компетентності та програмні результати: К20; К19; ПР18; ПР19.*

Тема №6. Проєктування апаратурно-технологічних схем локальних систем очищення:

- *Опис теми: побудова апаратурно-технологічних схем: послідовність блоків, інтеграція з інфраструктурою об'єкта, графічне зображення схем відповідно до вимог технічної документації.*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К17; К19; ПР18; ПР19; ПР26.*

Змістовний модуль 2. Інженерні рішення, контроль і сталий розвиток

Тема №7. Автоматизація та системи контролю локальних біореакторів:

- *Опис теми: принципи автоматизованого контролю параметрів (pH, розчинений кисень, температура, рівень), типи сенсорів, алгоритми регулювання та вимоги до систем управління для малих установок.*

- *Компетентності та програмні результати: К17; К19; ПР19; ПР18.*

Тема №8. Критерії якості очищення та методи оцінки ефективності:

- *Опис теми: показники якості води (БСК, ХСК, завислі речовини, азот, фосфор), методи їхнього визначення, інтерпретація результатів та встановлення контрольних точок у технологічній схемі.*
- *Компетентності та програмні результати: К19; К27; ПР17; ПР20; ПР26.*

Тема №9. Економічне та екологічне обґрунтування локальних рішень:

- *Опис теми: оцінка капітальних і експлуатаційних витрат, аналіз життєвого циклу установки, врахування екологічних вигод (зменшення забруднення, відновлення ресурсів), критерії доцільності для громад і підприємств.*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К17; К27; ПР26.*

Тема №10. Технології доочищення та відновлення ресурсів у локальних системах:

- *Опис теми: технології фільтрації, мембранні процеси, сорбція, біологічне відновлення поживних речовин; можливості рециркуляції води та видобутку біогазу в локальних установках.*
- *Компетентності та програмні результати: К19; К27; ПР15; ПР26; ПР19.*

Тема №11. Нормативні вимоги, безпека та експлуатація локальних систем очищення:

- *Опис теми: огляд нормативних вимог до стічних вод і малих очисних споруд, правила експлуатації, охорона праці, біобезпека та планування технічного обслуговування.*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К19; К17; ПР18; ПР26.*

Тема №12. Проєктний практикум з розробки технічного завдання та схеми локальної установки:

- *Опис теми: практична робота з розробки технічного завдання, складання матеріального балансу, вибору обладнання та оформлення апаратурно-технологічної схеми для конкретного локального об'єкта; підготовка короткого проєктного звіту.*
- *Компетентності та програмні результати: ІК; К17; К19; К20; К27; ПР17; ПР18; ПР19; ПР26.*

Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Тема	*Лекції*	*Практичні заняття*	*Самостійна робота*	*Разом*
Змістовний модуль 1.				
Тема 1. Типи локальних біореакторів і сфери їх застосування	*2*	*-*	*7*	*9*
Тема 2. Біологічні основи процесів очищення стічних вод	*2*	*2*	*8*	*12*
Тема 3. Гідродинаміка, перемішування та масообмін у малих біореакторах	*2*	*2*	*8*	*12*
Тема 4. Матеріальний баланс і розрахунок продуктивності циклу	*2*	*2*	*8*	*12*
Тема 5. Вибір і технічна специфікація обладнання для локальних біореакторів	*2*	*2*	*7*	*11*
Тема 6. Проєктування апаратурно-технологічних схем локальних систем очищення	*2*	*2*	*7*	*11*

Разом змістовний модуль 1	*12*	*10*	*45*	*67*
Змістовний модуль 2.				
Тема 7. Автоматизація та системи контролю локальних біореакторів	*2*	*2*	*7*	*11*
Тема 8. Критерії якості очищення та методи оцінки ефективності	*2*	*2*	*8*	*12*
Тема 9. Економічне та екологічне обґрунтування локальних рішень	*2*	*2*	*7*	*11*
Тема 10. Технології доочищення та відновлення ресурсів у локальних системах	*2*	*2*	*7*	*12*
Тема 11. Нормативні вимоги, безпека та експлуатація локальних систем очищення	*2*	*2*	*7*	*11*
Тема 12. Проєктний практикум з розробки технічного завдання та схеми локальної установки	*2*	*2*	*8*	*11*
Разом змістовний модуль 2	*12*	*12*	*44*	*68*
Разом освітня компонента	*24*	*22*	*89*	*135*

Теми практичних занять.

№ з/п	*Тема заняття та опис*	*Кількість годин*
1.	*Тема №2. Біологічні основи процесів очищення стічних вод.* *Опис заняття: мікробіологічний воркшоп із вивченням ролі мікроорганізмів у нітрифікації, денітрифікації та розкладі органіки; практичні мікроскопічні спостереження та інтерпретація результатів.*	*2*
2.	*Тема №3. Гідродинаміка, перемішування та масообмін у малих біореакторах.* *Опис заняття: експеримент із моделюванням потоків і перемішування в лабораторних моделях; вимірювання інтенсивності перемішування та оцінка впливу на масообмін і продуктивність біореактора.*	*2*
3.	*Тема №4. Матеріальний баланс і розрахунок продуктивності циклу.* *Опис заняття: практичний розрахунковий семінар із складання матеріальних балансів для заданого локального об'єкта; визначення часу перебування та навантаження на біомасу; робота в групах із презентацією розрахунків.*	*2*
4.	*Тема №5. Вибір і технічна специфікація обладнання для локальних біореакторів.* *Опис заняття: воркшоп із підбору насосів, аераторів і мембран на основі технічних вимог; складання короткої технічної специфікації та обґрунтування вибору матеріалів.*	*2*
5.	*Тема №6. Проєктування апаратурно-технологічних схем локальних систем очищення.* *Опис заняття: практичне заняття з графічного проєктування апаратурно-технологічної схеми для конкретного кейсу; оформлення схеми відповідно до вимог технічної документації та обговорення варіантів оптимізації.*	*2*

6.	*Тема №7. Автоматизація та системи контролю локальних біореакторів.* *Опис заняття: лабораторний практикум із налаштування простих систем контролю (pH, DO, рівень); робота з симуляторами сенсорів і розробка базових алгоритмів регулювання для підтримання стабільного режиму.*	*2*
7.	*Тема №8. Критерії якості очищення та методи оцінки ефективності.* *Опис заняття: практичні вимірювання показників якості води (БСК, ХСК, завислі речовини) на прикладі проб до і після обробки; інтерпретація результатів і визначення контрольних точок.*	*2*
8.	*Тема №9. Економічне та екологічне обґрунтування локальних рішень.* *Опис заняття: кейс-аналіз із розрахунком капітальних і експлуатаційних витрат, оцінкою життєвого циклу та екологічних вигод; підготовка короткої презентації з економічним обґрунтуванням обраного рішення.*	*2*
9.	*Тема №10. Технології доочищення та відновлення ресурсів у локальних системах.* *Опис заняття: демонстрація і тестування методів доочищення (фільтрація, сорбція, мембрани) та обговорення можливостей рециркуляції води, відновлення поживних речовин і виробництва біогазу; мінізавдання з інтеграції технологій.*	*2*
10.	*Тема №11. Нормативні вимоги, безпека та експлуатація локальних систем очищення.* *Опис заняття: семінар-практикум із аналізу нормативних документів, розробки інструкцій з експлуатації та плану технічного обслуговування; відпрацювання заходів з охорони праці та біобезпеки.*	*2*
11.	*Тема №12. Проєктний практикум з розробки технічного завдання та схеми локальної установки.* *Опис заняття: інтегрований практичний воркшоп, під час якого студенти в командах розробляють технічне завдання, матеріальний баланс, підбирають обладнання та готують апаратурно-технологічну схему й короткий проєктний звіт для захисту.*	*2*
Разом освітня компонента		*22*

Теми завдань для самостійної роботи.

№ з/п	*Тема самостійної роботи та опис*	*Кількість годин*
1.	*Тема №1. Типи локальних біореакторів і сфери їх застосування* *Опис завдання для самостійної роботи: підготувати аналітичну записку (3–4 стор.) з порівнянням трьох типів локальних біореакторів для заданого кейсу (домогосподарство / мале підприємство / сільська громада); обґрунтувати вибір оптимального типу за критеріями ефективності, простоти експлуатації та вартості; додати схематичне зображення конфігурації.*	*7*
2.	*Тема №2. Біологічні основи процесів очищення стічних вод*	*8*

	Опис завдання для самостійної роботи: скласти короткий навчальний конспект (4–5 стор.) про ключові мікробіологічні процеси (розклад органіки, нітрифікація, денітрифікація) з прикладами мікроорганізмів і умов їхньої активності; підготувати список контрольних параметрів для моніторингу.	
3.	*Тема №3. Гідродинаміка, перемішування та масообмін у малих біореакторах* *Опис завдання для самостійної роботи: виконати розрахунок режиму перемішування для лабораторного реактора заданого об'єму (визначити швидкість обертання / потужність змішувача, час встановлення режиму) та підготувати короткий звіт із графіками й поясненнями впливу режиму на масообмін.*	*8*
4.	*Тема №4. Матеріальний баланс і розрахунок продуктивності циклу* *Опис завдання для самостійної роботи: скласти матеріальний баланс одного циклу обробки стічних вод для заданого потоку (об'єм, концентрація органіки); розрахувати час перебування, навантаження на біомасу та очікувану продуктивність; оформити розрахунки з поясненнями.*	*8*
5.	*Тема №5. Вибір і технічна специфікація обладнання для локальних біореакторів* *Опис завдання для самостійної роботи: підготувати технічну специфікацію для трьох ключових елементів установки (насос, аератор, мембрана) з обґрунтуванням параметрів (продуктивність, матеріал, енергоспоживання) та коротким аналізом ризиків експлуатації.*	*7*
6.	*Тема №6. Проєктування апаратурно-технологічних схем локальних систем очищення.* *Опис завдання для самостійної роботи: розробити апаратурно-технологічну схему для конкретного локального об'єкта (схема в електронному або графічному вигляді); супроводити її пояснювальною запискою з послідовністю блоків і контрольними точками.*	*7*
7.	*Тема №7. Автоматизація та системи контролю локальних біореакторів.* *Опис завдання для самостійної роботи: скласти технічне завдання на систему автоматизації для малогабаритної установки (перелік параметрів для контролю, типи сенсорів, алгоритми регулювання) та змоделювати логіку аварійного реагування у вигляді блок-схеми.*	*7*
8.	*Тема №8. Критерії якості очищення та методи оцінки ефективності.* *Опис завдання для самостійної роботи: підготувати методичні вказівки (2–3 стор.) для лабораторного контролю якості води (вибір методів визначення БСК, ХСК, завислих речовин, азоту, фосфору); включити приклад інтерпретації результатів «до/після».*	*8*
9.	*Тема №9. Економічне та екологічне обґрунтування локальних рішень* *Опис завдання для самостійної роботи: виконати попередній*	*7*

	економічний розрахунок для двох альтернативних варіантів локальної установки (капітальні витрати, експлуатаційні витрати, простий термін окупності) та коротко оцінити екологічні переваги кожного варіанта.	
10.	*Тема №10. Технології доочищення та відновлення ресурсів у локальних системах.* *Опис завдання для самостійної роботи: розробити міні-проєкт інтеграції одного методу доочищення (наприклад, фільтрація, сорбція або мембрани) з біореактором і описати можливості відновлення ресурсів (рециркуляція води, видобуток поживних речовин, виробництво біогазу) з оцінкою технічної здійсненності.*	*7*
11.	*Тема №11. Нормативні вимоги, безпека та експлуатація локальних систем очищення.* *Опис завдання для самостійної роботи: підготувати зведений перелік нормативних вимог і стандартів, застосовних до локальної установки, та скласти проєкт інструкції з експлуатації й плану технічного обслуговування (ключові процедури та періодичність).*	*7*
12.	*Тема №12. Проєктний практикум з розробки технічного завдання та схеми локальної установки.* *Опис завдання для самостійної роботи: у ролі проєктної групи підготувати дорожню карту реалізації проєкту (технічне завдання, матеріальний баланс, специфікація обладнання, графічна схема) для заданого об'єкта; оформити короткий проєктний звіт (4–6 стор.) для захисту.*	*8*
Разом освітня компонента		*89*

Форми та методи навчання

Форми навчання:

- *Лекції (24 год.): інтерактивні лекції з мультимедійними презентаціями, короткими кейсами та питаннями для обговорення; акцент на концептуальному розумінні принципів проєктування біореакторів і нормативних аспектів.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР15, ПР19, ПР26.*
- *Практичні заняття / воркшопи (22 год.): лабораторні роботи, налаштування макетів, робота з симуляторами сенсорів, графічне проєктування схем у групах; застосування методів peer-learning і менторського супроводу.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР17, ПР18, ПР19.*
- *Проєктний практикум (інтегрований модуль): командна розробка технічного завдання, матеріальних балансів і апаратурно-технологічних схем для реального або змодельованого об'єкта; проміжні презентації з наданням конструктивного зворотного зв'язку (фідбеку).*
  - *Зв'язок із ПР: ПР17, ПР18, ПР19, ПР26.*
- *Самостійна робота (89 год.): аналітичні записки, розрахунки, підготовка технічних специфікацій, мініпроєкти; структуровані завдання з чіткими критеріями оцінювання.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР15, ПР17, ПР20, ПР26.*
- *Консультації (індивідуальні та групові): регулярні сесії для розбору проєктів, корекції розрахунків і підготовки до захисту; можливість залучення галузевих експертів.*
  - *Зв'язок із ПР: усі обрані ПР.*

Методи навчання і викладання:

- *Проєктно-орієнтоване навчання (PjBL): студенти працюють над*

реальними проєктами від технічного завдання до схеми й специфікацій; проміжні етапи з наданням конструктивного зворотного зв'язку (фідбеку).

- *Зв'язок із ПР: ПР17, ПР18, ПР19, ПР26.*

- *Проблемно-орієнтоване навчання (PBL): розв'язання інженерних задач (наприклад, оптимізація часу перебування, вибір обладнання при обмеженому бюджеті).*
  - *Зв'язок із ПР: ПР15, ПР20, ПР26.*
- *Кейс-метод: аналіз реальних або змодельованих кейсів (успішні і проблемні проєкти локальних очисних споруд), захист рішень перед групою.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР13, ПР18, ПР26.*
- *Перевернута аудиторія (Flipped classroom): студенти опрацьовують теорію самостійно перед заняттям; аудиторія використовується для практики, моделювання і обговорення.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР15, ПР19, ПР26.*
- *Дизайн-мислення і інноваційні сесії: генерація ідей для ресурсозберігаючих рішень, прототипування концепцій доочищення і відновлення ресурсів.*
  - *Зв'язок із ПР: ПР26, ПР15.*

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Комп'ютерний клас (667 ауд.), ПК: ASUS U500MA AMD Ryzen 3- 5300G в кількості 15 шт., Проєктор: EPSON H390B - 1 шт. (2011 р.) ПЗ: MS Ofice або LibreOfice, Google Docs, Google Tables, Google Slides, інші спеціалізовані програми.

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.

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*	*Практичні заняття*	*Самостійна робота*	*Разом*
Змістовний модуль 1.				
Тема 1. Типи локальних біореакторів і сфери їх застосування	*-*	*-*	*0-1*	*0-1*
Тема 2. Біологічні основи процесів очищення стічних вод	*-*	*0-5*	*0-1*	*0-6*
Тема 3. Гідродинаміка, перемішування та масообмін у малих біореакторах	*-*	*0-5*	*0-1*	*0-6*
Тема 4. Матеріальний баланс і розрахунок продуктивності циклу	*-*	*0-5*	*0-1*	*0-6*
Тема 5. Вибір і технічна специфікація обладнання для локальних біореакторів	*-*	*0-5*	*0-1*	*0-6*
Тема 6. Проєктування апаратурно-технологічних схем локальних систем очищення	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*

Разом змістовний модуль 1	*-*	*0-24*	*0-6*	*0-30*
Модульний контроль 1	*0-20*			
Змістовний модуль 2.				
Тема 7. Автоматизація та системи контролю локальних біореакторів	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Тема 8. Критерії якості очищення та методи оцінки ефективності	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Тема 9. Економічне та екологічне обґрунтування локальних рішень	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Тема 10. Технології доочищення та відновлення ресурсів у локальних системах	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Тема 11. Нормативні вимоги, безпека та експлуатація локальних систем очищення	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Тема 12. Проєктний практикум з розробки технічного завдання та схеми локальної установки	*-*	*0-4*	*0-1*	*0-5*
Разом змістовний модуль 2	*-*	*0-24*	*0-6*	*0-30*
Разом змістовні модулі 1, 2		*0-48*	*0-12*	*0-60*
Модульний контроль 2	*0-20*			
Разом модульний контроль 1,2	*0-40*			
Разом освітня компонента	*0-100*			

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття, становить 4–5 балів. Оцінювання здійснюється за такими критеріями:

90–100% балів — вільне володіння теоретичним матеріалом за темою, правильне та своєчасне виконання практичного завдання, зразкове оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

70–89% балів — достатнє володіння теоретичним матеріалом, правильне виконання практичного завдання, акуратне оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

33–69% балів — задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом, виконання практичного завдання та оформлення звіту з певними зауваженнями; своєчасний або з незначним запізненням захист роботи.

0–32% балів — низький рівень володіння теоретичним матеріалом, неповне виконання практичного завдання або оформлення звіту з суттєвими помилками, захист роботи на рівні до 50% або несвоєчасне подання матеріалів.

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

Шкала оцінювання змістових модульних контролів:

- *Змістовий модуль №1 — 20 балів;*
- *Змістовий модуль №2 — 20 балів. Усього за змістові модулі — 40 балів.*

Структура оцінки поточного контролю та підсумкового контролю знань (залік) здійснюється за трьома рівнями складності, що відображено в таблицях:

1. *Рівень 1 — достатній рівень складності;*
2. *Рівень 2 — рівень складності вище достатнього;*
3. *Рівень 3 — високий рівень складності.*

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 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	*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*
60-100	*зараховано*
0-59	*не зараховано*

Умови отримання додаткових балів:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 7 балів;

- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 12 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. Ghangrekar, Makarand M, et al. Biological and Hybrid Wastewater Treatment Technology : Recent Developments in India. 1st ed. 2024., Springer Nature Switzerland, 2024, https://doi.org/10.1007/978-3-031-63046-0.

9. Pikaar, Ilje, editor. Resource Recovery from Water : Principles and Application. 1st ed., IWA Publishing, 2022.

10. Herrera-Melián, José Alberto. Sustainable Wastewater Treatment Systems. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020.

11. Bui, Xuan-Thanh, editor. Low Cost Water and Wastewater Treatment Systems : Conventional and Recent Advances. First edition., Elsevier Inc., 2025.

12. Kumar, Manoj, et al. Integrated Bioeletrochemical-Constructed Wetland System for Future Sustainable Wastewater Treatment. Springer Transactions in Civil and Environmental Engineering, edited by Manoj Kumar et al., 1st ed., Springer, 2025, https://doi.org/10.1007/978-981-96-2814-8.

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

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

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

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

Перелік ключових соціальних навичок, які формує дисципліна:

- *Критичне мислення: вміння аналізувати технічні дані, оцінювати альтернативні проєктні рішення і робити обґрунтовані висновки щодо ефективності систем очищення.*
- *Командна робота: ефективна координація в малих міждисциплінарних групах під час розробки технічних завдань, матеріальних балансів і апаратурно-технологічних схем.*
- *Комунікація технічної інформації: чітке й переконливе подання результатів проєктів усною та письмовою мовою для колег, керівництва й стейкхолдерів.*

• *Навички ведення переговорів і управління конфліктами: підготовка аргументів, узгодження техніко-економічних рішень і досягнення компромісів між зацікавленими сторонами.*

• *Проєктний і тайм-менеджмент: планування етапів проєкту, розподіл ресурсів, встановлення пріоритетів і контроль виконання дедлайнів.*

• *Проблемно-орієнтоване розв'язання задач: системний підхід до виявлення причин технічних і експлуатаційних проблем та розробка практичних рішень у межах обмежених ресурсів.*

• *Етична відповідальність і культура безпеки: дотримання принципів біобезпеки, екологічної відповідальності та академічної доброчесності при проєктуванні й експлуатації систем.*

• *Адаптивність і навчання впродовж життя: готовність опановувати нові технології, стандарти й методи, швидко інтегрувати інновації в проєктні рішення.*

• *Цифрова грамотність і співпраця онлайн: вміння використовувати ПЗ для моделювання, автоматизованого проєктування та спільної роботи над документацією.*

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/30369/.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: https://ep3.nuwm.edu.ua/36427/.

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

Неформальна та інформальна освіта

Неформальна освіта:

• *Вебінари та онлайн-курси — тематичні курси від університетів і галузевих компаній (проєктування біореакторів, мембранні технології, автоматизація) з можливістю отримати сертифікат; сприяють набуттю практичних навичок і знань, суміжних із ПР15, ПР19, ПР26.*

• *Конференції та науково-практичні семінари — участь у національних і міжнародних заходах для обміну досвідом, презентації кейсів і налагодження контактів; корисні для розуміння сучасних рішень і нормативних трендів (ПР18, ПР26).*

• *Майстер-класи та технічні воркшопи — короткі практичні сесії з виробниками обладнання, постачальниками сенсорів і ПЗ; дають навички вибору й налаштування обладнання (ПР15, ПР19).*

• *Сертифікаційні програми від виробників обладнання — навчання з експлуатації та обслуговування конкретних систем (мембрани, аератори, контролери); підвищують практичну придатність випускника (ПР15, ПР18).*

Інформальна освіта:

• *Самоосвіта через фахову літературу — читання підручників, монографій і статей для поглиблення теоретичних основ (ПР15, ПР20).*

• *Онлайн-ресурси та MOOCs — короткі модулі з гідродинаміки, масообміну, автоматизації; дозволяють гнучко заповнювати прогалини в знаннях (ПР15, ПР19).*

• *Професійні спільноти та форуми — обговорення технічних питань на платформах (LinkedIn, ResearchGate, тематичні форуми); корисні для обміну практичними порадами і пошуку рішень (ПР17, ПР19).*

• *Відеолекції та технічні демонстрації — перегляд записів лабораторних*

демонстрацій, налаштування обладнання, приклади проєктів; допомагають візуалізувати процеси й процедури (ПР15, ПР18).

- *Підписки на галузеві новини та журнали — регулярне отримання оновлень про стандарти, технології й кейси; підтримує актуальність знань (ПР18, ПР26).*

Правила академічної доброчесності

Академічна доброчесність — невід'ємна складова освітнього процесу та професійної етики в галузі біотехнологій і біоінженерії. Дотримання цих правил забезпечує якість освіти, довіру до результатів навчання та формує професійні стандарти поведінки.

1. Загальні положення:

- *Відповідальність — кожен здобувач освіти відповідає за чесність і достовірність власних навчальних результатів.*
- *Прозорість — вимоги до оформлення робіт, критерії оцінювання та дедлайни мають бути відомі заздалегідь.*
- *Етичність — дотримання правил цитування, повага до колег і викладачів, відмова від недобросовісних практик.*

2. Оформлення робіт і цитування:

- *Оригінальність — письмові роботи, звіти та проєктні матеріали повинні бути виконані особисто здобувачем.*
- *Цитування — при використанні чужих ідей, даних або текстів необхідно робити коректні бібліографічні посилання згідно з вимогами закладу або чинних стандартів.*
- *Самоплагіат — повторне використання власних раніше поданих робіт без посилання вважається порушенням.*
- *Перевірка на плагіат — викладач має право перевіряти роботи за допомогою програмних засобів; результати перевірки враховуються при оцінюванні.*

3. Поведінка під час занять і контрольних заходів:

- *Активна участь і повага — студенти заохочуються до дискусій, але зобов'язані дотримуватися етикету спілкування.*
- *Самостійність виконання — контрольні роботи, тести та інші індивідуальні завдання виконуються самостійно, якщо інше не дозволено викладачем.*
- *Заборона несанкціонованих засобів — під час контрольних заходів заборонено використовувати шпаргалки, неузгоджені електронні пристрої та інші допоміжні матеріали.*
- *Недопущення обміну відповідями — забороняється обмін відповідями або іншою допомогою під час оцінювань.*

4. Порушення академічної доброчесності.

Порушення включають, але не обмежуються: плагіатом, списуванням, фабрикацією або фальсифікацією даних, самоплагіатом, наданням неправдивої інформації та корупційними діями з метою впливу на оцінювання.

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/ та решти локальних документів НУВГП, що стосуються правил дотримання академічної доброчесності: https://nuwm.edu.ua/nuwm/yakist-osvity/akademichnadobrochesnist/.

Вимоги до відвідування

Загальні положення:

- *Обов'язковість відвідування - відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим для досягнення програмних результатів курсу.*
- *Активна участь - студенти мають брати участь у дискусіях, воркшопах і командних сесіях; участь враховується при формуванні підсумкової оцінки.*
- *Пунктуальність - приходити завчасно; запізнення фіксується викладачем і може вплинути на оцінювання участі.*

Категорії пропусків і підтвердження:

- *Об'єктивні причини - хвороба (медична довідка), академічна мобільність, офіційні відрядження, виклики від університету; вимагають документального підтвердження.*
- *Інші поважні причини - сімейні обставини, участь у наукових/професійних заходах; підтверджуються відповідними документами.*
- *Неповажні пропуски - відсутність підтвердження або необґрунтоване пропущення занять; можуть вплинути на підсумкову оцінку.*

Відпрацювання пропущених занять:

- *Лекції - самостійне опрацювання матеріалу з використанням розміщених ресурсів; за потреби - консультація з викладачем.*
- *Практичні заняття - відпрацювання за індивідуальним графіком, узгодженим з викладачем; студент отримує індивідуальне завдання, еквівалентне пропущеному практикуму.*
- *Терміни відпрацювання - зазвичай до двох тижнів після повернення; для академічної мобільності - узгоджено до початку від'їзду.*

Отримання індивідуальних завдань і консультацій:

- *Звернення за завданням - студент особисто домовляється з викладачем під час занять, на консультації або електронною поштою.*
- *Терміни виконання - встановлюються при видачі індивідуального завдання; несвоєчасне виконання може вплинути на оцінку.*
- *Графік консультацій - оприлюднюється на першому занятті та на навчальній платформі; можливі додаткові менторські сесії за потреби.*

Автор

Олександр ГРИЦИНА

Доцент

Затверджено

в.о. Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи — Валерій СОРОКА

документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №558
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100