

03-06-197S

СИЛАБУС	Мейджор: Технології виробництва біопалив та біоводню	
SYLLABUS	Major: Biofuel and biohydrogen production technologies	
Шифр за ОП <i>Code in Degree Programme</i>	МД14	
Освітній рівень <i>Level of Education</i>	Перший (бакалаврський) <i>First (bachelor's)</i>	
Галузь знань <i>Field of Knowledge</i>	G	Інженерія, виробництво та будівництво <i>Engineering, production and construction</i>
Спеціальність <i>Field of Study</i>	G21	Біотехнології та біоінженерія <i>Biotechnology and Bioengineering</i>
Освітня програма <i>Degree Programme</i>	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика <i>Biotechnology, biorobotics and bioenergy</i>	

Силабус навчальної дисципліни «Мейджор: Технології виробництва біопалив та біоводню» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2026. 16 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: Технології виробництва біопалив та біоводню»	
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
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	
<p>Мета навчальної дисципліни. Підготувати бакалаврів зі спеціальності «Біотехнології та біоінженерія» до проєктування, моделювання та впровадження технологій виробництва біопалив і біоводню. Навчити поєднувати фундаментальні знання з біохімії та мікробіології з інженерними, економічними й екологічними підходами для прийняття обґрунтованих техніко-економічних рішень у реальному виробничому контексті.</p> <p>Завдання дисципліни:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формування техніко-технологічної компетентності. Розвинути вміння описувати та обґрунтовувати технологічні схеми виробництва біопалив і біоводню, підбирати типи біореакторів та апаратури, розраховувати масові й енергетичні баланси на рівні одного циклу. 2. Розвиток навичок моделювання та кількісного аналізу. Навчити застосовувати математичні моделі кінетики, інструменти для розрахунку 	

продуктивності, аналізу чутливості параметрів і прогнозування результатів за різних сценаріїв експлуатації.

3. Формування здатності до техніко-економічної оцінки. Надати інструменти для розрахунку CAPEX/OPEX, собівартості продукту, економічного коефіцієнта та проведення аналізу життєздатності проекту.

4. Розвиток навичок безпечного та етичного впровадження. Ознайомити з вимогами біобезпеки, екологічними стандартами та етичними аспектами використання біологічних агентів; навчити формувати карту контрольних точок і процедури поводження з відходами.

5. Підготовка до масштабування та інтеграції в енергетичні системи. Навчити оцінювати виклики масштабування лабораторних результатів до пілотного й промислового рівнів, а також інтегрувати виробництво біопалив або біоводню в локальні енергетичні схеми з урахуванням оцінки життєвого циклу (LCA).

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/enrol/index.php?id=8339>

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

Дисципліна «Мейджор: Технології виробництва біопалив та біоводню» є вибірковою. За своїм змістом дисципліна базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін циклів загальної та фахової підготовки: «Біохімія», «Загальна мікробіологія та вірусологія», «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», «Біоенергетика та біоробототехніка».

Компетентності

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

K16. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо).

K22. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

K25. Здатність застосовувати положення основних теорій і концепцій в галузі технологічної біоенергетики та основні принципи регуляції метаболізму мікроорганізмів для розробки процесів біоконверсії органічних відходів у біопаливо і біоутилізації компонентів промислових відходів.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.

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

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента: Модуль 1. Технології виробництва біопалив та біоводню

Змістовний модуль 1. Основи біоконверсії та біологічні аспекти виробництва біопалив і біоводню

Тема 1. Сировинні ресурси для біопалив і біоводню.

Огляд типів сировини: органічні відходи, енергетичні культури, промислові побічні продукти, газові потоки; їхній хімічний склад, доступність і вплив на вибір технології. Розгляд критеріїв відбору сировини з урахуванням екологічних чинників та логістики.

Компетентності та програмні результати: K16, K11; ПР14, ПР20.

Тема 2. Метаболічні шляхи синтезу біопалив і біоводню.

Основні біохімічні та мікробіологічні механізми: ферментативні шляхи синтезу біоетанолу, біодизеля (біосинтез ліпідів), біометану, біоводню; регуляція метаболізму та фактори, що впливають на продуктивність.

Компетентності та програмні результати: K11, K25; ПР14, ПР01.

Тема 3. Вибір і підготовка біологічних агентів.

Критерії відбору штамів і мікроорганізмів, методи адаптації та базового вдосконалення (негенетичні підходи), оцінка стабільності продуктивності, вимоги до біобезпеки.

Компетентності та програмні результати: K01, K11; ПР14, ПР20.

Тема 4. Поживні середовища та умови культивування для енергоносіїв.

Складання й оптимізація поживних середовищ для максимізації виходу цільового продукту; стерилізація, буферні системи, джерела вуглецю та електронів; вплив фізико-хімічних параметрів (pH, T, pO₂).

Компетентності та програмні результати: K11, K01; ПР03, ПР14.

Тема 5. Кінетика біоконверсії та моделювання процесів.

Кінетичні моделі росту й синтезу продукту (Monod, Luedeking–Piret та ін.), методи визначення кінетичних параметрів, застосування математичних методів для прогнозування продуктивності реакторів.

Компетентності та програмні результати: K22, K01; ПР01, ПР20.

Тема 6. Біореактори та апарати для виробництва біопалив і біоводню.

Типи реакторів (періодичні, безперервні, стаціонарні, реактори з прикріпленою біомасою), основні конструктивні особливості, питання масо- та теплообміну, вибір апаратури під конкретну технологію.

Компетентності та програмні результати: K01, K22; ПР17, ПР15.

Змістовний модуль 2. Проектування, оптимізація та впровадження технологій виробництва біопалив і біоводню.

Тема 7. Матеріальні та енергетичні баланси технологічного циклу.

Методика складання матеріальних і енергетичних балансів для одного циклу виробництва; визначення витрат сировини, виходу продукту, втрат і побічних потоків. Практичні приклади розрахунків.

Компетентності та програмні результати: K22, K01; ПР17, ПР01.

Тема 8. Техніко-економічна оцінка та життєздатність технології.

Оцінка капітальних і операційних витрат, розрахунок економічних показників (економічний коефіцієнт, собівартість одиниці продукту), аналіз чутливості та критерії комерційної доцільності.

Компетентності та програмні результати: K16, K22; ПР13, ПР20.

Тема 9. Моніторинг, контроль і автоматизація технологічних процесів.

Системи вимірювання ключових параметрів (концентрації субстратів, продукту, pH, T), методи контролю режимів культивування, основи автоматизації для забезпечення стабільності й масштабованості процесу.

Компетентності та програмні результати: K01, K22; ПР21, ПР17.

Тема 10. Масштабування: від лабораторії до пілотних і промислових

установок.

Принципи масштабування: збереження гідродинаміки, масо- та теплообміну, трансфер знань із лабораторних експериментів у пілотні установки; типові проблеми та стратегії їхнього вирішення.

Компетентності та програмні результати: K01, K16; ПР17, ПР15.

Тема 11. Оцінка екологічної стійкості та інтеграція в енергетичні системи.

Життєвий цикл продукту (LCA), вплив на викиди парникових газів, інтеграція біопалив/біоводню в локальні енергетичні мережі та мультипродуктові виробництва.

Компетентності та програмні результати: K16, K22; ПР20, ПР25.

Тема 12. Нормативні, безпекові та етичні аспекти впровадження технологій.

Вимоги до біобезпеки, санітарні та екологічні норми, стандарти якості продукції, етичні питання використання генетично модифікованих агентів та управління відходами.

Компетентності та програмні результати: K01, K11; ПР04, ПР22.

Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Тема	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом
Змістовний модуль 1.				
Тема 1. Сировинні ресурси для біопалив і біоводню.	2	-	7	9
Тема 2. Метаболічні шляхи синтезу біопалив і біоводню.	2	2	8	12
Тема 3. Вибір і підготовка біологічних агентів.	2	2	8	12
Тема 4. Поживні середовища та умови культивування для енергоносіїв.	2	2	8	12
Тема 5. Кінетика біоконверсії та моделювання процесів.	2	2	7	11
Тема 6. Біореактори та апарати для виробництва біопалив і біоводню.	2	2	7	11
Разом змістовний модуль 1	12	10	45	67
Змістовний модуль 2.				
Тема 7. Матеріальні та енергетичні баланси технологічного циклу	2	2	7	11
Тема 8. Техніко-економічна оцінка та життєздатність технології.	2	2	8	12
Тема 9. Моніторинг, контроль і автоматизація технологічних процесів.	2	2	7	11
Тема 10. Масштабування: від лабораторії до пілотних і промислових установок.	2	2	8	12
Тема 11. Оцінка екологічної стійкості та інтеграція в енергетичні системи.	2	2	7	11

Тема 12. Нормативні, безпекові та етичні аспекти впровадження технологій.	2	2	7	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. Підбір і характеристика біологічних агентів. Робота з колекційними штамами та природними ізолятами; оцінка росту на різних субстратах, визначення продуктивності щодо виходу біопалива/біоводню; прості біохімічні тести для ідентифікації метаболічних шляхів.	2
2.	Тема №3. Підготовка й оптимізація поживних середовищ. Розрахунок складу базових поживних середовищ, приготування розчинів, стерилізація, контроль стерильності; експериментальне порівняння росту на різних рецептурах і оцінка впливу джерел вуглецю та азоту.	2
3.	Тема №4. Лабораторні біореактори: налаштування та експлуатація. Налаштування мікробіореактора (аерація, перемішування, контроль рН і температури), запуск періодичного та напівбезперервного режимів, збір даних про ріст і продукцію, базова діагностика проблем (піноутворення, контамінація).	2
4.	Тема №5. Кінетичні вимірювання і визначення параметрів процесу. Проведення серії експериментів для визначення кінетичних параметрів, коефіцієнти продукції), побудова графіків, апроксимація даних і розрахунок параметрів за моделями Monod та Luedeking–Piret.	2
5.	Тема №6. Виділення і кількісний аналіз цільових продуктів. Методи екстракції та підготовки проб для аналізу біоетанолу, біодизеля, біометану та біоводню; використання хроматографічних/спектрофотометричних методів або простих титрувань для кількісного визначення виходу.	2
6.	Тема №7. Матеріальний баланс одного виробничого циклу. Складання матеріального балансу на прикладі конкретної технологічної схеми; розрахунок витрат сировини, обсягів реакторів, виходу продукту та побічних потоків; оформлення результатів у вигляді таблиць і схем.	2
7.	Тема №8. Оцінка енергетичної та економічної ефективності процесу. Розрахунок енергетичних витрат на основних стадіях (підготовка сировини, культивування, переробка), простий техніко-економічний аналіз (собівартість одиниці продукту, економічний коефіцієнт), аналіз чутливості ключових параметрів.	2
8.	Тема №9. Масштабування лабораторних результатів до пілотного рівня. Практичні вправи з перерахунку параметрів (об'єм, площа	2

	<i>поверхні, коефіцієнти перемішування), ідентифікація ризиків при масштабуванні та розробка плану пілотних випробувань.</i>	
9.	<i>Тема №10. Моніторинг і контроль ключових параметрів процесу. Налаштування систем вимірювання (рН, Т, рО₂, концентрації субстратів), інтерпретація сигналів, розробка простих алгоритмів контролю режимів культивування для підтримки оптимальних умов.</i>	2
10.	<i>Тема №11. Інтеграція технології в енергетичну систему та оцінка LCA. Практичне моделювання інтеграції виробництва біопалива/біоводню в локальну енергетичну схему; збір даних для базового аналізу життєвого циклу (LCA) і оцінка впливу на викиди парникових газів.</i>	2
11.	<i>Тема №12. Безпека, нормативи та управління відходами у біоенергетичних процесах. Оцінка ризиків біобезпеки та екологічних ризиків, розробка карти контрольних точок і процедур поводження з відходами; підготовка фрагмента технологічної документації відповідно до вимог безпеки.</i>	2
<i>Разом освітня компонента</i>		22

Теми завдань для самостійної роботи.

<i>№ з/п</i>	<i>Тема самостійної роботи та опис</i>	<i>Кількість годин</i>
1.	<i>Тема №1. Звіт: оцінка доступності та якості сировини для обраної технології Опис завдання: зібрати дані про три типи локальної сировини (обсяг, сезонність, вологість, співвідношення C/N), підготувати карту постачання і таблицю витрат; оформити звіт на 2–3 сторінки з висновком про придатність для виробництва біопалива чи біоводню.</i>	7
2.	<i>Тема №2. Розрахунок: спрощений матеріальний баланс технологічного циклу Опис завдання: на основі вихідних даних скласти матеріальний баланс на один цикл (вхід сировини, витрати води, вихід продукту, побічні потоки); представити таблицю розрахунків і коротке пояснення (1–2 стор.).</i>	8
3.	<i>Тема №3. Модель продуктивності в таблицях (два сценарії) Опис завдання: створити електронну модель продуктивності реактора для базового та стрес-сценарію (зміна температури або субстрату); розрахувати вихід продукту, продуктивність і чутливість ключових параметрів; оформити висновки на 1–2 стор.</i>	8
4.	<i>Тема №4. Технологічна схема і спрощений розрахунок обладнання Опис завдання: накреслити блок-схему технологічного процесу (підготовка сировини — культивування — переробка), визначити основні апарати та їхні приблизні об'єми; підготувати специфікацію обладнання в таблиці та коротке пояснення (2 стор.).</i>	8

5.	Тема №5. Розрахунок: економічні показники (CAPEX/OPEX мінімальні) Опис завдання: підготувати електронну таблицю з оцінкою основних капітальних і операційних витрат для мініустановки; розрахувати собівартість одиниці продукту та точку беззбитковості; додати короткий коментар на 1–2 стор.	7
6.	Тема №6. Аналітична записка: вибір біологічного агента для конкретної сировини Опис завдання: порівняти три потенційні штами або мікроорганізми за критеріями (продуктивність, стійкість, вимоги до середовища, біобезпека); обґрунтувати вибір і запропонувати план валідації; оформити записку на 2 стор.	7
7.	Тема №7. Звіт симуляції пілота (Labster або інший інструмент) Опис завдання: провести віртуальну симуляцію пілотного циклу, зібрати дані (концентрації, час, вихід), підготувати звіт із ключовими показниками та трьома рекомендаціями для оптимізації (2–3 стор.).	7
8.	Тема №8. Реєстр ризиків: біобезпека, екологія та операційні ризики Опис завдання: ідентифікувати щонайменше шість ризиків (біологічних, екологічних, технічних), оцінити їхню ймовірність і вплив, запропонувати заходи контролю та план реагування; оформити таблицю та короткий план (1–2 стор.).	8
9.	Тема №9. Модель масово-енергетичного балансу для обраної стадії процесу Опис завдання: вибрати одну стадію (наприклад, ферментація або виділення продукту), скласти масовий та енергетичний баланси в таблицях, розрахувати основні потоки й енергетичні витрати; оформити розрахунки та висновок (2 стор.).	7
10.	Тема №10. Пітч-дек (6–8 слайдів) для інвестора або грантодавця Опис завдання: підготувати презентацію з описом технології, ринку сировини, техніко-економічними показниками та планом пілотування; додати нотатки-репліки до кожного слайда (6–8 слайдів + 1 стор. нотаток).	8
11.	Тема №11. Оцінка життєвого циклу (LCA) — спрощений аналіз Опис завдання: зібрати дані щодо енергетичних витрат і викидів для базового сценарію, провести порівняння з альтернативним паливом, підготувати короткий звіт із висновками та рекомендаціями (2 стор.).	7
12.	Тема №12. План масштабування: дорожня карта на 12–18 місяців Опис завдання: розробити покроковий план переходу від лабораторного прототипу до пілотного рівня, вказати ресурси, ключових партнерів, етапи валідації та основні ризики; оформити дорожню карту і чекліст (2–3 стор.).	7
Разом освітня компонента		89
Форми та методи навчання		
Форми навчання: • Лекції (24 год) — інтерактивні заняття з використанням мультимедійних		

матеріалів, коротких кейсів, опитувань у реальному часі та мінізавдань для обговорення. Матеріал подається як сукупність проблемних запитань і практичних прикладів для подальшого аналізу.

- Практичні заняття та воркшопи (22 год) — робота в малих групах над симуляціями Labster, кейс-сесіями, розробкою технологічних схем і матеріальних балансів; рольові імітації виробничих нарад і пітч-репетиції.

- Самостійна робота (89 год) — індивідуальне опрацювання теоретичного матеріалу, виконання проєктних завдань та підготовка аналітичних звітів.

Методи навчання і викладання:

- Проєктно-орієнтоване навчання (PjBL) — довготривалі командні проєкти з чіткими проміжними контрольними точками та формативним зворотним зв'язком.

- Проблемно-орієнтоване навчання (PBL) — розв'язання реальних технологічних і бізнес-задач у малих групах, що стимулює практичне застосування програмних результатів навчання (ПРН).

- Кейс-метод — аналіз реальних і змодельованих кейсів (технологічних, екологічних, нормативних) із груповою дискусією та захистом запропонованих рішень.

- Перевернутий клас (Flipped Classroom) — самостійне попереднє опрацювання теорії студентами; аудиторний час використовується виключно для практики, дискусій і моделювання.

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 Office або LibreOffice, 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 контролю на початку вивчення освітньої компоненти; семестровий поточний контроль передбачає перевірку практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контрольів 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. Сировинні ресурси для біопалив і біоводню.	-	-	0-1	0-1
Тема 2. Метаболічні шляхи синтезу біопалив і біоводню.	-	0-5	0-1	0-6
Тема 3. Вибір і підготовка біологічних агентів.	-	0-5	0-1	0-6
Тема 4. Поживні середовища та умови культивування для енергоносіїв.	-	0-5	0-1	0-6

Тема 5. Кінетика біоконверсії та моделювання процесів.	-	0-5	0-1	0-6
Тема 6. Біореактори та апарати для виробництва біопалив і біоводню.	-	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. Матеріальні та енергетичні баланси технологічного циклу	-	0-4	0-1	0-5
Тема 8. Техніко-економічна оцінка та життєздатність технології.	-	0-4	0-1	0-5
Тема 9. Моніторинг, контроль і автоматизація технологічних процесів.	-	0-4	0-1	0-5
Тема 10. Масштабування: від лабораторії до пілотних і промислових установок.	-	0-4	0-1	0-5
Тема 11. Оцінка екологічної стійкості та інтеграція в енергетичні системи.	-	0-4	0-1	0-5
Тема 12. Нормативні, безпекові та етичні аспекти впровадження технологій.	-	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. Антипов Є.О. Комплексне використання поновлюваних джерел і акумуляторів енергії. – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 471 с.
2. Горобець В.Г. Антипов Є.О. Акумулятори теплоти на основі фазоперехідних акумулюючих матеріалів – К.: «ЦП «Компринт», 2016. – 165 с.
3. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навчальний посібник / М. Б. Шелест, П. І. Гайда. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 210 с.
4. Фундаментальні аспекти відновлювано-водневої енергетики і паливнокомірчаних технологій : монографія / за ред. Ю.М. Солоніна ; НАН України. – К. : «Вид-во КІМ», 2018. – 260 с.
5. Відновлювані джерела енергії /за ред.Кудрі С.О. /к.: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020, 392с.
6. Кузьмінський Є.В. Біоелектрохімічне продукування електричної енергії та водню / Є.В. Кузьмінський, К.О. Щурська, І.А. Самаруха. – К.: «Видавничий дім «Комп'ютер-прес», 2012. – 226с.

Допоміжна:

1. Carlton A. Taft, Sergio Ricardo de Lazaro. Progress in Hydrogen Energy, Fuel Cells, Nano-Biotechnology and Advanced, Bioactive Compounds. Springer. ISBN: 9783031759833. 2025. 470 p.
2. Yuda Yürüm. Hydrogen Energy System: Production and Utilization of Hydrogen and Future Aspects. Springer. ISBN: 9789401040532. 2012. 341 p.
3. Bahman Zohuri. Hydrogen Energy: Challenges and Solutions for a Cleaner Future. Springer. ISBN: 9783319934600. 2018. 283 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» [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)

Перелік ключових соціальних навичок, які формує дисципліна «Мейджор: Технології виробництва біопалив та біоводню»:

• **Критичне мислення** — вміння аналізувати наукові дані, оцінювати достовірність джерел, зіставляти альтернативні технологічні рішення і робити обґрунтовані висновки; розвивається через аналіз кейсів, рецензування літератури та дискусії.

• **Командна робота** — ефективна координація в малих міждисциплінарних групах при розробці проєктів, розподіл ролей, управління конфліктами і спільна відповідальність за результат; формується через проєктні завдання і воркшопи.

• **Комунікація наукових і бізнес-ідей** — чітке подання технічної інформації

різним аудиторіям (колеги, інвестори, регулятори); включає навички підготовки пітчів, технічних звітів і візуалізації даних.

- **Навички презентації та публічного виступу** — структуроване донесення результатів досліджень і проєктів, робота з питаннями аудиторії, використання візуальних матеріалів; відпрацьовується через пітч-сесії та захисти.

- **Проєктний і тайм-менеджмент** — планування етапів роботи, розподіл ресурсів, встановлення дедлайнів і контроль виконання; практикується в командних проєктах з проміжними контрольними точками.

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 від індустрії і університетів** — короткі тематичні вебінари (технології біоконверсії, біореактори, LCA) та курси на платформах (Coursera, edX, FutureLearn) з можливістю отримання сертифікатів; корисно для оновлення знань з кінетики, моделювання і техніко-економічної оцінки. Зв'язок з ПРН: ПР01, ПР20.

- **Спеціалізовані буткемпи і інтенсиви** — 2–5-денні практичні інтенсиви з проєктування технологій, фінансового моделювання або Labster-симуляцій; формують швидкі практичні навички. Зв'язок з ПРН: ПР14, ПР17.

- **Конференції, семінари та майстер-класи** — участь у наукових і галузевих заходах для знайомства з трендами, нетворкінгу та презентації студентських проєктів. Зв'язок з ПРН: ПР16 (суміжний), ПР20.

- **Хакатони і конкурси інновацій** — командні змагання з розробки рішень для реальних задач (оптимізація процесу, зниження витрат), стимулюють креативність і швидке прототипування. Зв'язок з ПРН: ПР20, ПР17.

Інформальна освіта:

- **Самоосвіта через книги і рецензовані журнали** — регулярне читання оглядів, статей і технічних звітів для підтримки фундаментальних знань з біохімії, мікробіології та технологій. Зв'язок з ПРН: ПР14, ПР01.

- **Онлайн-ресурси і блоги галузевих експертів** — підписка на технічні блоги, white papers і технічні нотатки компаній-виробників обладнання; швидке оновлення практичних рішень. Зв'язок з ПРН: ПР15, ПР17.

- **Професійні спільноти і форуми** — участь у LinkedIn-групах, ResearchGate, тематичних Telegram/Discord-каналах для обміну досвідом, вирішення практичних питань і пошуку колаборацій. Зв'язок з ПРН: ПР14, ПР20.

- **Відео-лекції і технічні канали** — тематичні YouTube-канали, лекції університетів, демонстрації симуляцій і обладнання; корисні для візуалізації процесів і відпрацювання процедур. Зв'язок з ПРН: ПР01, ПР14.

- **Подкасти і технічні інтерв'ю** — прослуховування інтерв'ю з практиками, кейс-історій впровадження технологій, обговорення ринкових бар'єрів. Зв'язок з ПРН: ПР16, ПР20.

- **GitHub репозиторії і відкриті дані** — вивчення прикладів моделей, скриптів для моделювання процесів (Python/MATLAB), шаблонів розрахунків; практика кодування і реплікації результатів. Зв'язок з ПРН: ПР01, ПР20.

• Локальні meetups і неформальні зустрічі — обмін досвідом між студентами, молодими науковцями і підприємцями; можливість знайти партнерів для проєктів. Зв'язок з ПРН: ПР13, ПР27.

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 - обов'язкова умова навчання в курсі; її дотримання гарантує достовірність результатів, етичну поведінку та професійну репутацію студентів.

Основні положення:

- Чесність - всі роботи, дані й презентації мають бути правдивими.
- Оригінальність - письмові роботи, коди, моделі й презентації повинні бути оригінальними або містити коректні посилання.
- Прозорість внеску - у командних проєктах обов'язково вказувати ролі та короткі звіти про внесок кожного учасника.
- Біобезпека і етика - експерименти виконуються лише за дозволами й у межах правил біобезпеки.

Правила оформлення і подання матеріалів:

- Посилання оформлюються за стандартом НУВГП/ДСТУ; самоплагіат заборонено.
- Моделі супроводжуються пояснювальною запискою і джерелами даних.
- Викладач може вимагати перевірку унікальності; при схожості понад 20% робота підлягає розгляду.

Поведінка під час занять і контрольних заходів:

- Контрольні заходи виконуються індивідуально, якщо інше не дозволено викладачем.
- Заборонено списування, передачу відповідей або використання заборонених пристроїв під час тестів.
- Пітчі й демонстрації мають містити список джерел і методи валідації гіпотез.

Порушення і санкції:

- Порушення: плагіат, самоплагіат, списування, фальсифікація даних, передача робіт третім особам, корупційні дії.
- Санкції: письмове попередження і доопрацювання (перше порушення); анулювання результату і зниження оцінки (повторне); дисциплінарні заходи згідно з правилами університету за грубі порушення.

Процедура реагування:

- Викладач фіксує підозру письмово і повідомляє студента.
- Студент має право надати пояснення протягом 3–7 робочих днів.
- Розгляд проводить кафедра або комісія; рішення документується; доступна апеляція згідно з внутрішніми правилами.

Короткі рекомендації для студентів:

- Плануйте роботу і фіксуйте джерела та версії файлів.
- Документуйте свій внесок у команді щотижня.
- Користуйтеся консультаціями викладача і ментора на ранніх етапах.

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.

Порядок повідомлення про пропуск:

- **Термін повідомлення** - студент повідомляє викладача про неможливість відвідування не пізніше ніж за 24 години до заняття (якщо можливо) або протягом 3 робочих днів після повернення.
- **Форма повідомлення** - електронною поштою на офіційну адресу викладача або через навчальну платформу з додаванням сканів/фоток підтверджуючих документів.
- **Обов'язкова реєстрація** - повідомлення має містити короткий опис причини, дати пропуску та прикріплені документи.

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.
- **Форма звіту** - письмовий звіт, електронний файл або демонстрація результату на наступному занятті - за вказівкою викладача.

Отримання індивідуальних завдань і консультації:

- **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 №564
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100