

03-06-198S

<b>СИЛАБУС</b>	<b>Мейджор: Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем</b>	
<b>SYLLABUS</b>	<b>Major: Energy and environmental audit of bioenergy systems.</b>	
<i>Шифр за ОП</i> <i>Code in Degree Programme</i>	МД15	
<i>Освітній рівень</i> <i>Level of Education</i>	Перший (бакалаврський) First (bachelor's)	
<i>Галузь знань</i> <i>Field of Knowledge</i>	<b>G</b>	<i>Інженерія, виробництво та будівництво</i>
		<i>Engineering, production and construction</i>
<i>Спеціальність</i> <i>Field of Study</i>	<b>G21</b>	<i>Біотехнології та біоінженерія</i>
		<i>Biotechnology and Bioengineering</i>
<i>Освітня програма</i> <i>Degree Programme</i>	<i>Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика</i>	
	<i>Biotechnology, biorobotics and bioenergy</i>	

Силабус навчальної дисципліни «Мейджор: Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем» 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

<b>ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ</b> <i>навчальної дисципліни «Мейджор: Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем»</i>	
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика (ID 81756)
Спеціальність	G21 Біотехнології та біоінженерія
Рік навчання, семестр	4 рік 8 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
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА</b>	
	Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	<a href="#">Грицина Олександр Олексійович</a>
ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6390-7959">https://orcid.org/0000-0002-6390-7959</a>
Як комунікувати	email: <a href="mailto:o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua">o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення в системі MOODLE
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ</b>	
<b>Мета та завдання</b>	
<p><b>Мета навчальної дисципліни.</b> Підготувати бакалаврів зі спеціальності «Біотехнології та біоінженерія» до проведення комплексного енерго- та екоаудиту біоенергетичних систем; сформувати здатність оцінювати енергетичну й екологічну ефективність технологій перетворення біомаси, розробляти техніко-економічні обґрунтування заходів із підвищення енергоефективності та пропонувати практичні рішення з утилізації відходів і зниження екологічного навантаження.</p> <p><b>Завдання дисципліни:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Формування теоретичної бази</b> — надати системні знання з принципів енергообміну, теплотехніки, методів енергоаудиту, основ LCA (оцінки життєвого циклу) та екологічних індикаторів у біоенергетиці.</li> <li>• <b>Опанування інструментів обробки даних</b> — сформувати вміння збирати, очищувати та аналізувати вимірювальні дані, використовувати Excel/Google Sheets і спеціалізовані LCA-інструменти для підготовки звітів.</li> </ul>	

• **Практична підготовка до енергоаудиту** — відпрацювати методуку збору первинних даних, проведення вимірювань, складання енергетичних балансів і формулювання технічних рекомендацій на прикладах лабораторних і модельних об'єктів.

• **Оцінка екологічних впливів** — сформувати навички розрахунку викидів парникових газів, підготовки інвентарю для LCA та інтерпретації екологічних індикаторів у контексті сталості біопалива.

• **Проектна та командна робота** — розвивати вміння працювати в міждисциплінарних командах, планувати етапи проекту, готувати звіти та презентувати результати для технічної й нефахової аудиторії.

• **Етична та нормативна компетентність** — ознайомити з вимогами біобезпеки, екологічного законодавства та стандартів енергоаудиту; виховувати професійну доброчесність у роботі з даними та звітністю.

**Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle**

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=8340>

**Передумови вивчення**

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

Дисципліна «Мейджор: Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем» є вибірковою. За своїм змістом дисципліна Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін циклів загальної та фахової підготовки: «Біоенергетика та біоробототехніка», «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», «Біоінженерія», «Підприємницька діяльність».

**Компетентності**

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K10. Здатність використовувати знання з математики та фізики 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).

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.

K27. 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)**

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.

ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).

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.

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).

ПР25. Вміти аналізувати та проектувати спеціальні біотехнологічні виробництва, біоенергетичні установки із виготовлення продукції різного функціонального та галузевого призначення.

### **Структура та зміст освітнього компонента**

Освітня компонента: Модуль 1. Енергетичний та екоаудит біоенергетичних систем

Змістовний модуль 1. Енергетичний аудит біоенергетичних систем

- Тема 1. Основи енергетичного аудиту біоенергетичних об'єктів.

Визначення мети, обсягу та етапів енергетичного аудиту; класифікація об'єктів біоенергетики (котельні на біомасі, біогазові установки, когенераційні установки). Методика збору первинних даних.

Компетентності та програмні результати: K01, K04; ПР01, ПР25.

- Тема 2. Методи вимірювання та обробки енергетичних даних.

Прилади й методи вимірювання витрат палива, теплової та електричної енергії; похибки вимірювань; обробка даних у табличних редакторах; побудова часових рядів споживання.

Компетентності та програмні результати: K04, K10; ПР01, ПР20.

- Тема 3. Побудова енергетичних балансів та аналіз втрат.

Складання енергетичних балансів для технологічних ланцюгів; ідентифікація та кількісна оцінка джерел втрат (теплових, механічних, електричних); методи виявлення «вузьких місць».

Компетентності та програмні результати: K01, K10; ПР20, ПР15.

- Тема 4. Теплотехнічні розрахунки та підвищення ККД установок.

Розрахунок теплових потоків, коефіцієнтів корисної дії; підбір заходів із рекуперації тепла, ізоляції, оптимізації режимів. Практичні приклади для котлів і реакторів.

Компетентності та програмні результати: K10, K15; ПР01, ПР15.

- Тема 5. Цифрові інструменти в енергоаудиті.

Використання Excel, симуляторів, шаблонів енергетичних балансів; автоматизація збору даних; візуалізація результатів для звіту.

Компетентності та програмні результати: K04, K01; ПР01, ПР25.

- Тема 6. Практичний кейс: мініаудит лабораторної установки на біомасі.

Проведення повного мініаудиту: збір даних, побудова балансу, розрахунок втрат, пропозиції заходів; підготовка короткого звіту.

Компетентності та програмні результати: K01, K04, K10; ПР20, ПР25.

Змістовний модуль 2. Екоаудит, життєвий цикл та техніко-економічна оцінка

- Тема 7. Основи екоаудиту та критерії сталості біопалива.

Поняття екоаудиту, критерії сталості біопалива, нормативні вимоги, індикатори екологічної ефективності (викиди, ресурсомісткість).

Компетентності та програмні результати: K27, K12; ПР13, ПР25.

- Тема 8. Оцінка викидів парникових газів і локальних забруднювачів.

Методи розрахунку викидів CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>; перерахунок на одиницю енергії; сценарії зниження викидів.

Компетентності та програмні результати: K25, K27; ПР20, ПР13.

- Тема 9. Методологія життєвого циклу (LCA) для біоенергетичних продуктів.

Етапи LCA: визначення цілей, збір інвентарних даних, оцінка впливів, інтерпретація; приклади для біопалива та біогазу.

Компетентності та програмні результати: K27, K04; ПР25, ПР13.

- Тема 10. Техніко-економічна оцінка заходів енергоефективності.

Розрахунок капітальних і експлуатаційних витрат, NPV, терміну окупності, аналіз чутливості; підготовка бізнес-обґрунтувань.

Компетентності та програмні результати: K16, K01; ПР13, ПР25.

- Тема 11. Утилізація відходів і біоконверсія на біопаливо.

Технології перетворення органічних відходів (анаеробне зброджування, піроліз, газифікація); критерії вибору технології; оцінка енергетичного виходу та екологічних ризиків.

Компетентності та програмні результати: K25, K27; ПР15, ПР25.

- Тема 12. Підготовка звіту з еко- та енергоаудиту; комунікація результатів.

Структура звіту, ключові розділи (резюме, методика, результати, рекомендації), візуалізація даних, презентація для технічної та управлінської аудиторії.

Компетентності та програмні результати: K01, K04, K16; ПР13, ПР25.

Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Тема	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом
<b>Змістовний модуль 1. Енергетичний аудит біоенергетичних систем</b>				
Тема 1. Основи енергетичного аудиту біоенергетичних об'єктів	2	-	7	9
Тема 2. Методи вимірювання та обробки енергетичних даних	2	2	8	12
Тема 3. Побудова енергетичних балансів і аналіз витрат	2	2	8	12
Тема 4. Теплотехнічні розрахунки та підвищення ККД установок	2	2	8	12
Тема 5. Цифрові інструменти для енергоаудиту	2	2	7	11
Тема 6. Практичний кейс: міні-аудит лабораторної установки на біомасі	2	2	7	11
Разом змістовний модуль 1	12	10	45	67
<b>Змістовний модуль 2. Екоаудит, життєвий цикл та техніко-економічна оцінка</b>				
Тема 7. Основи екоаудиту та критерії сталості біопалива	2	2	7	11
Тема 8. Оцінка викидів парникових газів і локальних забруднювачів	2	2	8	12
Тема 9. Методологія життєвого циклу (LCA) для біоенергетичних продуктів	2	2	7	11
Тема 10. Техніко-економічна оцінка заходів енергоефективності	2	2	8	12
Тема 11. Утилізація відходів і біоконверсія у біопаливо	2	2	7	11
Тема 12. Підготовка звіту еко- та енергоаудиту; комунікація результатів	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. Вимірювання енергетичних параметрів та обробка даних. Опис заняття: робота з лічильниками, витратомірами, термопарами; фіксація показань приладів; імпорт та обробка даних у таблицях для подальшого аналізу.	2
2.	Тема №3. Складання енергетичного балансу та виявлення втрат. Опис заняття: побудова матеріально-енергетичного балансу для технологічної лінії, кількісна оцінка джерел втрат і визначення пріоритетних зон для оптимізації.	2
3.	Тема №4. Теплотехнічні розрахунки для підвищення ККД. Опис заняття: розрахунок теплових потоків, оцінка теплових втрат через поверхню конструкції та теплообмінники, підбір заходів з рекуперації та теплоізоляції.	2
4.	Тема №5. Використання цифрових інструментів в енергоаудиті. Опис заняття: створення шаблонів енергетичних балансів в Excel, прості макроси й формули для автоматизації розрахунків, візуалізація результатів.	2
5.	Тема №6. Проведення мініаудиту лабораторної установки на біомасі. Опис заняття: комплексне практичне завдання: збір даних, побудова балансу, розрахунок втрат, формулювання рекомендацій і підготовка короткого звіту.	2
6.	Тема №7. Практика екоаудиту: оцінка сталості біопалива. Опис заняття: аналіз критеріїв сталості для конкретного виду біопалива, збір даних для екологічної оцінки та формулювання рекомендацій щодо відповідності стандартам.	2
7.	Тема №8. Розрахунок викидів парникових газів і локальних забруднювачів. Опис заняття: перерахунок споживання палива у викиди CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NO <sub>x</sub> ; порівняння сценаріїв і підготовка таблиць для звіту.	2
8.	Тема №9. Збір інвентарних даних для LCA біоенергетичного продукту. Опис заняття: формування інвентарю життєвого циклу (матеріали, енергія, відходи), класифікація потоків і підготовка даних для подальшого LCA-аналізу.	2
9.	Тема №10. Техніко-економічний розрахунок заходів енергоефективності. Опис заняття: оцінка капітальних і експлуатаційних витрат, розрахунок NPV і терміну окупності для запропонованих заходів, аналіз чутливості.	2
10.	Тема №11. Оцінка варіантів утилізації відходів і біоконверсії. Опис заняття: порівняльний аналіз технологій (анаеробне	2

	зброджування, піроліз, газифікація) за енергетичними, екологічними та економічними показниками для конкретної сировини.	
11.	Тема №12. Підготовка та презентація звіту з енерго- та екоаудиту. Опис заняття: структурування звіту, оформлення висновків і рекомендацій, підготовка слайдів та захист результатів перед аудиторією.	2
Разом освітня компонента		22

Теми завдань для самостійної роботи.

№ з/п	Тема самостійної роботи та опис	Кількість годин
1.	Тема №1. Мініаудит біоенергетичного об'єкта. Опис завдання: провести умовний мініаудит невеликої установки на біомасі: описати об'єкт, зібрати або обґрунтувати вихідні дані (витрати палива, температури, потужності), скласти спрощений енергетичний баланс і запропонувати 2–3 заходи з підвищення ефективності; оформити звіт на 2–3 сторінки.	7
2.	Тема №2. Обробка часових рядів енергоспоживання. Опис завдання: отримати або згенерувати часові ряди споживання палива/енергії, очистити дані від аномалій, розрахувати середні та пікові навантаження, побудувати графіки й коротко інтерпретувати результати; надати файл Excel та 1 сторінку висновків.	8
3.	Тема №3. Складання масово-енергетичного балансу технологічного циклу. Опис завдання: для простої технологічної схеми (наприклад, сушіння → спалювання) скласти матеріальний та енергетичний баланси на один цикл, вказати припущення та визначити основні джерела втрат; оформити таблиці й 1–2 сторінки пояснень.	8
4.	Тема №4. Розрахунок теплових втрат і проектування рекуператора. Опис завдання: вибрати елемент, виконати спрощені теплотехнічні розрахунки теплових втрат, оцінити потенціал рекуперації тепла й підготувати орієнтовну економічну оцінку заходу (CAPEX/OPEX, термін окупності); надати розрахунки та 1 сторінку висновків.	8
5.	Тема №5. Шаблон енергетичного балансу в Excel. Опис завдання: створити робочий шаблон для швидкого складання енергетичного балансу (поля вводу, формули, підсумкові показники, графіки) і написати коротку інструкцію користувача (1 сторінка); додати приклад заповнення (файл Excel).	7
6.	Тема №6. Аналіз характеристик біомаси як сировини. Опис завдання: зібрати довідкові дані для конкретного виду біомаси (вологість, теплотворна здатність, щільність), розрахувати питомі енергетичні показники та зробити висновок щодо придатності для обраної технології;	7

	<i>оформити таблицю й 1 сторінку аналітики.</i>	
7.	<i>Тема №7. Розрахунок викидів парникових газів за сценаріями. Опис завдання: на основі заданого споживання палива розрахувати викиди CO<sub>2</sub> та еквівалентні показники для двох сценаріїв (біомаса vs викопне паливо), підготувати таблицю порівняння та короткий висновок (1–2 сторінки).</i>	7
8.	<i>Тема №8. Підготовка інвентарю для LCA біоенергетичного продукту. Опис завдання: визначити межі системи, перелік матеріальних та енергетичних потоків для життєвого циклу обраного продукту, зібрати або оцінити дані й оформити інвентарну таблицю з джерелами та припущеннями (таблиця + 1 сторінка пояснень).</i>	8
9.	<i>Тема №9. Техніко-економічний розрахунок заходу з енергоефективності. Опис завдання: вибрати захід (утеплення, рекуператор, модернізація пальника), оцінити CAPEX і OPEX, розрахувати простий термін окупності та NPV за спрощеними припущеннями; надати розрахункову таблицю й 1 сторінку висновків.</i>	7
10.	<i>Тема №10. Порівняльний аналіз технологій утилізації органічних відходів. Опис завдання: підготувати порівняльну таблицю трьох технологій (анаеробне зброджування, піроліз, газифікація) за критеріями: енергетичний вихід, інвестиції, екологічні ризики, придатність для конкретної сировини; оформити таблицю та короткий висновок.</i>	8
11.	<i>Тема №11. Шаблон звіту з енерго- та екоаудиту. Опис завдання: розробити структуру звіту (зміст, розділи, таблиці, графіки, приклади формулювань висновків і рекомендацій) для курсового проєкту; підготувати документ на 2–3 сторінки.</i>	7
12.	<i>Тема №12. Презентація результатів аудиту (пітч). Опис завдання: підготувати презентацію на 6–8 слайдів із ключовими показниками аудиту, виявленими проблемами, запропонованими заходами та економічними/екологічними вигодами; додати нотатки-репліки для кожного слайда (файл презентації + 1 сторінка нотаток).</i>	7
<i>Разом освітня компонента</i>		89

### **Форми та методи навчання**

**Форми навчання:**

*Лекції (24 год) — інтерактивні лекції з мультимедійними презентаціями, короткими практичними кейсами з біоенергетики, демонстраціями розрахунків у реальному часі та запитаннями для обговорення; частина лекцій у форматі «перевернутого класу» (попереднє опрацювання матеріалу студентами).*

*Практичні заняття та воркшопи (22 год) — робота в малих групах над кейсами з енергоаудиту, розрахунками теплових балансів, моделюванням сценаріїв; рольові ігри (замовник — аудитор — інженер), презентації проміжних результатів.*

*Самостійна робота (89 год) — виконання тематичних завдань (аналітичні звіти, розрахунки, шаблони в Excel, інвентаризація життєвого циклу), опрацювання профільної літератури, підготовка економічних розрахунків і*

презентацій.

Консультації (індивідуальні та групові) — регулярні сесії для роз'яснення методики розрахунків, перевірки проміжних результатів та обговорення джерел даних; можливість онлайн-консультацій у робочі години.

Менторські сесії та зустрічі зі стейкхолдерами — залучення фахівців із профільних підприємств, енергетичних компаній та муніципалітетів для отримання зворотного зв'язку, аналізу реальних кейсів і обговорення можливостей стажування.

Методи навчання і викладання:

Проектно-орієнтоване навчання (PjBL) — командна розробка мініаудиту або проекту модернізації установки з проміжними контрольними точками та формативним зворотним зв'язком.

Проблемно-орієнтоване навчання (PBL) — робота над реальними техніко-економічними задачами (пошук «вузких місць» в енергобалансі, вибір оптимальної технології утилізації відходів).

Кейс-метод — аналіз національних і міжнародних прикладів з енерго- та екоаудиту, групові дискусії, захист запропонованих рішень.

Перевернутий клас (Flipped Classroom) — студенти опрацьовують теоретичний матеріал самостійно; аудиторний час присвячено практиці, дискусіям і розбору складних прикладів.

#### **Інструменти, обладнання, програмне забезпечення**

Комп'ютерний клас (667 ауд.), ПК: ASUS U500MA AMD Ryzen 3- 5300G в кількості 15 шт., Проектор: 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 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
<b>Змістовний модуль 1.</b>				
Тема 1. Основи енергетичного аудиту біоенергетичних об'єктів	-	-	0-1	0-1
Тема 2. Методи вимірювання та обробки енергетичних даних	-	0-5	0-1	0-6
Тема 3. Побудова енергетичних балансів і аналіз втрат	-	0-5	0-1	0-6
Тема 4. Теплотехнічні розрахунки та підвищення ККД установок	-	0-5	0-1	0-6
Тема 5. Цифрові інструменти для енергоаудиту	-	0-5	0-1	0-6

Тема 6. Практичний кейс: міні-аудит лабораторної установки на біомасі	-	0-4	0-1	0-5
Разом змістовний модуль 1	-	0-24	0-6	0-30
Модульний контроль 1		0-20		
<b>Змістовний модуль 2.</b>				
Тема 7. Основи екоаудиту та критерії сталості біопалива	-	0-4	0-1	0-5
Тема 8. Оцінка викидів парникових газів і локальних забруднювачів	-	0-4	0-1	0-5
Тема 9. Методологія життєвого циклу (LCA) для біоенергетичних продуктів	-	0-4	0-1	0-5
Тема 10. Техніко-економічна оцінка заходів енергоефективності	-	0-4	0-1	0-5
Тема 11. Утилізація відходів і біоконверсія у біопаливо	-	0-4	0-1	0-5
Тема 12. Підготовка звіту еко- та енергоаудиту, комунікація результатів	-	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 складає 4-5 балів, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

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

70-90% балів – володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття.

33-69% балів - задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття.

0-32% балів – достатній рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту, захист практичного заняття на рівні до 50% або несвоєчасний захист робіт.

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 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 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. Галушкіна Т. П., Грановська Л. М., Кисельова Р. А. Екологічний менеджмент та аудит: навчальний посібник. Херсон: Олді-Плюс, 2019. 455 с.
2. Колієнко А.Г. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії. Практичний посібник. К., 2015р. 174 с.
3. Колієнко А.Г. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. К., 2015, 206 с.

4. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : навч. посіб. / С. В. Сиротюк, В. М. Боярчук, В. П. Гальчак. – Львів : Магнолія 2006, 2018. – 182 с. – ISBN 617-574-114-6.

5. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів : навч. вид. / В. Ю. Єрохов; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Сполом, 2015. - 116 с. - Бібліогр.: с. 113-116.

6. Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / [В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.]. - Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. - 368 с.

7. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія / Й. С. Мисак, І. М. Озарків, М. Г. Адамовський та ін. ; за ред. Й. С. Мисака, І. М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. лісотехн. ун-т України. – Л. : НВФ "Укр. технології", 2013. – 356 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 353-354 (25 назв). – ISBN 978-966-345-267-8

8. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». - Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. - 340 с. : іл. - Бібліогр.: с. 323 - 337 (176 назв). - ISBN 978-617- 607-597-4.

9. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

10. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії [Електронний ресурс] : курс лекцій / С. О. Кудря ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,91 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.

11. Тарасенко М.Г. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Відновлювані джерела енергії». Методичні вказівки / Тарасенко М.Г. Гетманюк В.І. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2012. – 65 с.

Допоміжна:

1. Біоенергетика: Курс лекцій. Частина 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньо-професійною програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. М. О. Будько. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 109 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45609>

2. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

3. George Thomson. Renewable and Alternative Energy: Concepts, Design and Applications. Syrawood Publishing House. ISBN: 9781682866122. 2018. 235 p.

4. Muhammad Asif Hanif, Farwa Nadeem, Rida Tariq. Renewable and Alternative Energy Resources. Academic Press. ISBN: 9780128181508. 2021. 806 p.

5. Xuan-Thanh Bui, Wenshan Guo, Chart Chiemchaisri. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Membrane Technology for Sustainable Water and Energy Management. Elsevier. ISBN: 9780443191800. 2023. 532 p.

6. Helen Treichel, Gislaine Fongaro, Thamaris Scapini. Utilising Biomass in Biotechnology: A Circular Approach Discussing the Pretreatment of Biomass, Its Applications and Economic Considerations (Green Energy and Technology). Springer. ISBN: 9783030228521. 2019. 93 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 і «м'яких» навичок (soft skills), які формує дисципліна:

**Критичне мислення** — здатність аналізувати технічні дані, оцінювати достовірність джерел, робити обґрунтовані висновки щодо енергетичних та екологічних показників.

**Командна робота** — ефективна координація в малих міждисциплінарних групах під час проведення мініаудитів, розробки проєктів і підготовки звітів.

**Технічна комунікація** — чітке й структуроване подання результатів енерго- та екоаудиту у вигляді звітів, таблиць і презентацій для технічної аудиторії.

**Комунікація для нефахової аудиторії** — адаптація технічної інформації для управлінців, інвесторів і стейкхолдерів; підготовка коротких резюме та пітчів (Executive Summaries).

**Уміння вести переговори та аргументувати рішення** — підготовка техніко-економічних обґрунтувань, аргументація вибору заходів і ведення конструктивного діалогу із замовником.

**Проектний та тайм-менеджмент** — планування етапів аудиту, розподіл обов'язків у команді, дотримання дедлайнів і контроль якості проміжних результатів.

**Аналітична грамотність і робота з даними** — обробка результатів вимірювань, побудова балансів, інтерпретація графіків і показників ефективності.

### 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:
  - Вебінари від галузевих експертів і постачальників обладнання - тематичні сесії з енергоаудиту, рекуперації тепла, біогазових технологій.
  - Короткі онлайн-курси (МООС) з LCA, енергоменеджменту, теплотехніки - модулі, що прямо корелюють із ПР01, ПР20, ПР25.
- Конференції, семінари та майстер-класи:
  - Науково-практичні конференції з біоенергетики та екології - обмін

досвідом, знайомство з нормативами та інноваціями.

- Практичні майстер-класи від виробників обладнання - демонстрація приладів, методик вимірювань і сервісних рішень (корисно для ПР15, ПР20).
- **Менторинг і наставництво:**
  - Індивідуальні менторські сесії з інженерами-практиками, енергоменеджерами або екологами - розбір проєктів, поради щодо техніко-економічних обґрунтувань (ПР13, ПР25).
  - Програми наставництва від інкубаторів і кластерів - підтримка при реалізації курсових/проєктних робіт.
- **Польові візити та стажування:**
  - Відвідування котелень на біомасі, біогазових установок, підприємств з утилізації відходів - спостереження за роботою обладнання, збір даних для практичних завдань (ПР15, ПР25).
  - Короткі практики на підприємствах для відпрацювання вимірювань і процедур енергоаудиту.
- **Хакатони та тематичні конкурси:**  
Інтенсивні командні змагання з розробки рішень для енергоефективності або утилізації відходів; формують PBL-навички, комунікацію і підприємницьке мислення.

#### **Інформальна освіта**

- **Самоосвіта через літературу та технічні джерела:**
  - Підручники і монографії з біоенергетики, теплотехніки, енергетичного менеджменту; статті у фахових журналах.
  - Ознайомлення з національними стандартами та методиками енергоаудиту (корисно для ПР13, ПР25).
- **Онлайн-ресурси та відео:**
  - Освітні відеолекції, технічні демонстрації на YouTube, тематичні подкасти - швидке оновлення знань про обладнання і технології.
  - Платформи з короткими курсами (платні/безкоштовні) для опанування Excel-моделювання, LCA-інструментів, базових фінансових розрахунків (ПР01, ПР20, ПР13).
- **Професійні спільноти та форуми:**
  - Участь у тематичних групах LinkedIn, профільних форумах, Telegram-каналах - обмін практичними порадами, джерелами даних, прикладами розрахунків.
  - Обговорення технічних питань з практиками, пошук рішень для конкретних кейсів.
- **Підписки на галузеві новини та дайджести**
  - Підписка на розсилки, технічні блоги та огляди ринку біоенергетики - відстеження трендів, змін у нормативній базі і технологічних інновацій (важливо для ПР13, ПР25).
- **Нетворкінг і неформальні зустрічі:**  
Meet-up-и, локальні дискусійні клуби, зустрічі з підприємцями та інженерами - обмін контактами, ідеями для проєктів і можливостями співпраці.

#### **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 №565  
Підписувач Сорока Валерій Степанович  
Сертифікат 3FAA9288358EC00304000009B6C3700C8C2C100