

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту  
ім. М.П. Момотенка**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Факультет (ННІ) конструювання і дизайну

“26” травня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЙ МАШИН**

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)

Освітньо-професійна програма «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»

Факультет конструювання і дизайну

Розробник: Цивенкова Н.М., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка

Київ – 2026 р.

## Опис навчальної дисципліни

### Енергоекологічна оцінка конструкцій машин

Дисципліна забезпечує здатність створювати нові техніку і технології з урахуванням енергоефективності та впливу на довкілля. Здобувачі навчаються аналізувати енергетичні та екологічні характеристики машин, застосовувати методи системного підходу до оцінки життєвого циклу обладнання. Важливим є формування вміння приймати обґрунтовані рішення щодо вибору конструкційних матеріалів та технологій з мінімальним екологічним навантаженням. Дисципліна викладається англійською мовою, що дозволяє опрацювати міжнародні стандарти екологічної безпеки. Результатом є готовність до впровадження енергоощадних рішень у підприємствах технічного сервісу.

Завдання навчальної дисципліни – сформувати здатність досліджувати, моделювати, проектувати і проводити енергоекологічну оцінку конструкцій машин, а також сформувати професійні знання про теоретичні, практичні, методологічні основи та методи проведення енергоекологічної оцінки конструкцій машин, здатність використовувати отримані знання і навички у межах проблеми діяльності аграрного виробництва.

<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</b>		
Освітній ступінь	магістр	
Спеціальність	<i>G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)</i>	
Освітня програма	<i>Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва</i>	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	<i>обов'язкова</i>	
Загальна кількість годин	<i>180</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>6</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	–	
Форма контролю	<i>залік, екзамен</i>	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної, заочної та дистанційної (за наявності) форм здобуття вищої освіти</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>1</i>	–
Семестр	<i>1, 2</i>	–
Лекційні заняття	<i>45 год.</i>	–
Практичні, семінарські заняття	<i>-</i>	–
Лабораторні заняття	<i>45 год.</i>	–
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	–
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>3 год.</i>	–

## **1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни**

Мета навчальної дисципліни – забезпечити умови формування і розвитку магістрами програмних компетентностей, що дозволять їм оволодіти основними знаннями, вміннями, навичками, необхідними для подальшої професійної та професійно-наукової діяльності.

*Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни «Енергоекологічна оцінка конструкцій машин» (за їх наявності).* Дисципліні «Енергоекологічна оцінка конструкцій машин», оскільки вона викладається в першому семестрі навчання за ОПП «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва», передують дисципліни, які викладалися під час навчання на ОПП «Машинобудування» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, а саме: «Машини і обладнання для біоенергетики», «Технологія Машинобудування», «Дизайн і ергономіка с.-г. техніки», «Основи конструювання машин».

### ***Набуття компетентностей***

*Інтегральна компетентність (ІК):* здатність розв'язувати складні задачі і проблеми машинобудування (за спеціалізаціями), що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

### *Загальні компетентності (ЗК):*

ЗК 01. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 07. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 08. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

### *Спеціальні (фахові) компетентності (СК):*

СК 02. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

СК 04. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК 06. Здатність вибирати та застосовувати для проектування, реконструкції або технічного переоснащення підприємств технічного сервісу сучасні технології, обладнання, інструмент.

### *Програмні результати навчання (РН):*

РН 04. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН 05. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН 06. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

РН 07. Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі										
			л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8						
<b>Семестр 1</b>													
<b>Змістовий модуль 1. Життєвий цикл машин і обладнання. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання</b>													
Тема 1. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин і обладнання сільськогосподарського виробництва. Основні поняття, терміни і визначення.	1-2	8	3	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Концепція сталого розвитку та екологічно чистого виробництва.	3-4	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Життєвий цикл машин і обладнання.	5-6	9	2	-	3	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Інструменти екологічного менеджменту.	6-7	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Інструменти енергетичного менеджменту.	7-8	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Оцінка життєвого циклу машин і обладнання за LCA.	8-9	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Використання моделей в системному аналізі конструкцій машин і обладнання.	9-10	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Енергетичний паспорт машини та обладнання.	10-11	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Екологічний паспорт машини та обладнання.	11-12	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Ергономічні вимоги до сучасних конструкцій машин та обладнання.	13-14	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 11. Ергономічність та технологічність конструкції як методи зниження шкідливого впливу на довкілля.	14-15	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>91</b>	<b>23</b>	-	<b>23</b>	-	<b>45</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Семестр 2</b>													
<b>Змістовий модуль 2. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел</b>													
Тема 12. Основні визначення в сфері поведження з відходами. Класифікації відходів.	1-2	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 13. Механізми	3-4	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-

управління відходами. Система управління та поведження з відходами в країнах Євросоюзу.													
Тема 14. Загальна характеристика твердих промислових відходів. Операції щодо поведження з твердими промисловими відходами.	5-6	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 15. Сценарії розвитку екологічної ситуації. Механізми покращення стану довкілля.	6-7	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 16. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на рідких видах біопалива.	7-8	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 17. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на твердих видах біопалива.	8-9	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 18. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на газоподібних видах біопалива.	9-10	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 19. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на сонячній енергії.	10-11	10	2	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 20. Енергоекологічна оцінка конструкцій теплових насосів.	11-12	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 21. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на тепловій енергії низькотемпературних джерел.	13-14	6	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 22. Використання ШІ при проведенні енергоекологічної оцінки машин і обладнання	14-15	9	2	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>89</b>	<b>22</b>		<b>22</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Усього годин</b>		<b>180</b>	<b>45</b>		<b>45</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## **Модуль 1. Життєвий цикл машин і обладнання. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання**

**Тема 1. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин і обладнання сільськогосподарського виробництва. Основні поняття, терміни і визначення.** Енергоекологічна оцінка та її роль у системному аналізі сільськогосподарських машин і обладнання. Основні енергетичні та екологічні показники оцінки конструкцій с.-г. машин. Базові терміни енергоекологічного аналізу технічних засобів у сільському господарстві. Вплив конструктивних

особливостей машин на рівень енергоспоживання та екологічне навантаження в агровиробництві. Сучасні підходи та методи проведення енергоекологічної оцінки сільськогосподарських машин і обладнання.

**Тема 2. Концепція сталого розвитку та екологічно чистого виробництва.** Суть концепції сталого розвитку та її основні принципи. Вплив екологічно чистого виробництва на досягнення цілей сталого розвитку. Екологічні, економічні та соціальні чинники впровадження принципів сталого виробництва. Приклади та стратегії екологічно чистого виробництва у сучасному сільському господарстві. Міжнародні та національні ініціативи розвитку сталого та екологічно безпечного виробництва.

**Тема 3. Життєвий цикл машин і обладнання.** Поняття життєвого циклу машин і обладнання: етапи та їх характеристика (проектування, виробництво, експлуатація, обслуговування, утилізація). Оцінка впливу кожного етапу життєвого циклу на навколишнє середовище (енергоспоживання, викиди, відходи, використання ресурсів). Методи аналізу життєвого циклу (інструменти, стандарти, підходи до оцінювання). Оптимізація конструкції машин і обладнання з урахуванням повного життєвого циклу (підвищення енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат, полегшення утилізації). Роль життєвого циклу машин і обладнання у прийнятті інженерних і управлінських рішень.

**Тема 4. Інструменти екологічного менеджменту.** Системи екологічного менеджменту (EMS) та міжнародні стандарти. Екологічний аудит і моніторинг. Екологічне маркування та екологічна сертифікація. Екологічні звіти.

**Тема 5. Інструменти енергетичного менеджменту.** Системи енергетичного менеджменту (EnMS) та міжнародний стандарт ISO 50001. Енергетичний аудит. Моніторинг та облік енергоспоживання. Індикатори енергоефективності та KPI (ключові показники ефективності). Програмне забезпечення та цифрові рішення для управління енергією.

**Тема 6. Оцінка життєвого циклу машин і обладнання за LCA.** Роль LCA в сталому проектуванні машин і обладнання. Порівняльна оцінка альтернативних конструкцій за допомогою LCA. Визначення проблемних місць екологічного навантаження в життєвому циклі. Інтеграція результатів LCA в процес прийняття рішень у виробництві та експлуатації. Обмеження та виклики застосування LCA в агроінженерії та машинобудуванні (нестача точних даних, складність моделювання, витрати часу та ресурсів).

**Тема 7. Використання моделей в системному аналізі конструкцій машин і обладнання.** Поняття моделі та моделювання у системному аналізі технічних об'єктів. Формалізація конструкцій машин як об'єктів системного аналізу. Математичне моделювання взаємозв'язків між елементами конструкції. Застосування імітаційного моделювання для прогнозування поведінки машин і обладнання. Моделі прийняття рішень у виборі оптимальних конструктивних рішень.

**Тема 8. Енергетичний паспорт машини та обладнання.** Призначення та структура енергетичного паспорта машини. Показники енергоефективності в паспорті машин і обладнання. Методи розрахунку та вимірювання паспортних енергетичних характеристик. Значення енергетичного паспорта для технічного

обліку й планування енергоспоживання. Використання енергетичних паспортів у системах енергетичного менеджменту машин.

**Тема 9. Екологічний паспорт машини та обладнання.** Призначення екологічного паспорта та його роль у контролі впливу техніки на довкілля. Основні розділи екологічного паспорта та їх зміст. Нормативна база та вимоги до оформлення екологічного паспорта. Методи збору, аналізу та верифікації екологічної інформації. Застосування екологічного паспорта у практиці виробництва, експлуатації та сертифікації техніки.

**Тема 10. Ергономічні вимоги до сучасних конструкцій машин та обладнання.** Адаптація конструкції машин до фізичних і психофізіологічних особливостей людини. Оптимізація робочого місця оператора. Безпека та мінімізація навантажень на організм. Інформаційна ергономіка. Врахування різних умов експлуатації та категорій користувачів.

**Тема 11. Ергономічність та технологічність конструкції як методи зниження шкідливого впливу на довкілля.** Вплив ергономічного дизайну на зниження енергоспоживання та підвищення ефективності роботи машини. Технологічність конструкції як фактор зменшення відходів і забруднень при виробництві. Зниження негативного впливу за рахунок підвищення надійності та довговічності обладнання. Інтеграція ергономічних та технологічних рішень для створення екологічно безпечних продуктів. Підвищення екологічної свідомості через покращення умов праці та виробничих процесів.

**Модуль 2. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел**

**Тема 12. Основні визначення в сфері поведження з відходами. Класифікації відходів.** Поняття «відходи». Визначення основних категорій відходів. Класифікація відходів за джерелом утворення. Класифікація відходів за рівнем небезпеки. Основні терміни у сфері поведження з відходами.

**Тема 13. Механізми управління відходами. Система управління та поведження з відходами в країнах Євросоюзу.** Основні механізми управління відходами. Принципи ієрархії поведження з відходами (EU Waste Hierarchy). Регуляторна база ЄС у сфері управління відходами (Директиви ЄС, зокрема Директива про відходи, Директива про упаковку і відходи упаковки, Регламент REACH). Інтегровані системи збору та роздільного збирання відходів у країнах Євросоюзу. Інноваційні технології та підходи у поводженні з відходами в ЄС (циркулярна економіка, цифровий моніторинг, стимулювання екологічно відповідальної поведінки громадян і підприємств).

**Тема 14. Загальна характеристика твердих промислових відходів. Операції щодо поведження з твердими промисловими відходами.** Класифікація та джерела утворення твердих промислових відходів. Вплив твердих промислових відходів на довкілля та здоров'я людини. Оцінка обсягів, морфології та складу твердих промислових відходів. Основні операції з поведження з твердими промисловими відходами. Сучасні технології та підходи до зменшення утворення та повторного використання відходів.

**Тема 15. Сценарії розвитку екологічної ситуації. Механізми покращення стану довкілля.** Сучасний стан довкілля: глобальні та регіональні виклики. Прогнозування екологічної ситуації: сценарії сталого та критичного розвитку. Правові, економічні та інституційні механізми охорони довкілля. Технічні та технологічні заходи покращення стану навколишнього середовища. Роль освіти, науки та громадськості в забезпеченні екологічної безпеки.

**Тема 16. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на рідких видах біопалива.** Характеристика рідких біопалив і їх вплив на конструктивні параметри машин (властивості біодизеля та біоетанолу, їх вплив на конструкцію двигунів та системи подачі палива). Аналіз енергоефективності машин при роботі на рідких біопаливах. Оцінка екологічних показників: викиди парникових газів, токсичних речовин, шкідливих продуктів згоряння. Вплив експлуатаційних умов та якості біопалива на довговічність і надійність конструкції. Перспективи розвитку конструкцій машин з урахуванням вимог енергоекологічної безпеки (модернізація систем подачі, адаптація до різних типів біопалива, екологічні стандарти).

**Тема 17. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на твердих видах біопалива.** Особливості конструкції машин, адаптованих до використання твердих біопалив. Енергетична ефективність роботи на твердих біопаливах. Екологічні показники роботи машин на твердих біопаливах. Вплив якості твердого біопалива на технічний стан і довговічність конструкції машин і обладнання в сільському господарстві. Можливості модернізації конструкцій для зниження енергоспоживання та екологічного навантаження.

**Тема 18. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на газоподібних видах біопалива.** Особливості конструктивних рішень машин, що виробляють і працюють на газоподібних біопаливах. Енергетична ефективність машин на газоподібних біопаливах (порівняння ККД двигунів, оптимізація споживання палива, вплив складу газу на продуктивність). Екологічна оцінка експлуатаційних характеристик машин і обладнання. Вплив якості газоподібного біопалива на надійність та довговічність конструкції. Перспективи впровадження і модернізації машин з урахуванням енергоекологічних вимог.

**Тема 19. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на сонячній енергії.** Особливості конструкції машин з використанням сонячних елементів (інтеграція фотомодулів, акумуляторних систем та електроніки для підвищення ефективності). Енергетична ефективність і продуктивність машин, що працюють на сонячній енергії. Оцінка екологічного впливу протягом життєвого циклу. Переваги використання сонячної енергії для зниження викидів парникових газів. Перспективи розвитку і впровадження сонячних технологій у конструкціях машин і обладнання в сільському господарстві.

**Тема 20. Енергоекологічна оцінка конструкцій теплових насосів.** Принцип роботи та конструктивні особливості теплових насосів. Енергетична ефективність теплових насосів. Оцінка екологічного впливу протягом життєвого циклу машини (обладнання). Вплив конструктивних рішень на зниження викидів

парникових газів. Перспективи модернізації та впровадження інновацій у конструкції теплових насосів.

**Тема 21. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на тепловій енергії низькотемпературних джерел.** Особливості конструкції машин для використання низькотемпературної теплової енергії. Енергетична ефективність використання низькотемпературних джерел тепла. Оцінка екологічного впливу експлуатації машин на основі низькотемпературної теплової енергії. Вплив конструктивних особливостей на довговічність та надійність обладнання. Перспективи розвитку і впровадження технологій для ефективного використання низькотемпературної теплової енергії.

**Тема 22. Використання ШІ при проведенні енергоекологічної оцінки машин і обладнання.** Застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу енергоспоживання та екологічних показників. Інтелектуальний збір та обробка великих масивів даних із сенсорів і моніторингових систем. Оптимізація конструктивних рішень на основі симуляцій і моделей, керованих ШІ. Інтеграція ШІ у системи енергетичного та екологічного менеджменту для автоматизованого прийняття рішень. Використання нейронних мереж і експертних систем для оцінки ризиків та рекомендацій щодо зниження шкідливого впливу.

### 3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин і обладнання сільськогосподарського виробництва. Основні поняття, терміни і визначення.	3
2	Концепція сталого розвитку та екологічно чистого виробництва.	2
3	Життєвий цикл машин і обладнання.	2
4	Інструменти екологічного менеджменту.	2
5	Інструменти енергетичного менеджменту.	2
6	Оцінка життєвого циклу машин і обладнання за LCA.	2
7	Використання моделей в системному аналізі конструкцій машин і обладнання.	2
8	Енергетичний паспорт машини та обладнання.	2
9	Екологічний паспорт машини та обладнання.	2
10	Ергономічні вимоги до сучасних конструкцій машин та обладнання.	2
11	Ергономічність та технологічність конструкції як методи зниження шкідливого впливу на довкілля.	2
12	Основні визначення в сфері поводження з відходами. Класифікації відходів.	2
13	Механізми управління відходами. Система управління та поводження з відходами в країнах Євросоюзу.	2
14	Загальна характеристика твердих промислових відходів. Операції щодо поводження з твердими промисловими відходами.	2
15	Сценарії розвитку екологічної ситуації. Механізми покращення стану довкілля	2
16	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на рідких видах біопалива.	2
17	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на твердих видах біопалива.	2
18	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на газоподібних видах біопалива.	2
19	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на сонячній енергії.	2

20	Енергоекологічна оцінка конструкцій теплових насосів.	2
21	Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на тепловій енергії низькотемпературних джерел.	2
22	Використання ІІІ при проведенні енергоекологічної оцінки машин і обладнання.	2
Всього годин		45

#### 4. Теми лабораторно-практичних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1.	Аналіз етапів життєвого циклу сільськогосподарської машини з урахуванням технічних і екологічних показників.	3
2.	Провести оцінку відповідності конструкції машини (обладнання) вимогам стандартів ISO 14001 та екологічного аудиту.	2
3.	Визначити енергетичні витрати машини (обладнання) з використанням методу енергетичного балансу та розробити рекомендації щодо їх зниження.	2
4.	Побудувати модель LCA для оцінки впливу на довкілля упродовж життєвого циклу машини за допомогою програмного забезпечення SimaPro, Solidworks (або аналогів)	4
5.	Дослідити енергетичні характеристики машини (обладнання) та розробити енергетичний паспорт.	2
6.	Дослідити екологічні характеристики машини (обладнання) та розробити екологічний паспорт.	2
7.	Розробити рекомендації щодо забезпечення енергоефективної та CO <sub>2</sub> -нейтральної конструкції машини (обладнання) з урахуванням технологічних і ергономічних вимог.	4
8.	Застосування інструментів енергетично-екологічного менеджменту при розробці календарного плану технічного сервісу машини (обладнання).	4
9.	Розробка методів утилізації відходів, утворених в процесі виготовлення, технічного сервісу, ремонту та утилізації машин і обладнання.	2
10.	Дослідити показники енергоефективності та рівень викидів шкідливих речовин для двигуна внутрішнього згоряння, що працює на біодизелі, порівняно з дизельним паливом.	4
11.	Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на твердому біопаливі та паливах нафтового походження.	4
12.	Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на генераторному газі та паливах нафтового походження.	4
13.	Дослідити конструкційно-технологічні параметри акумуляторної батареї для використання в електромобілях.	4
14.	Дослідити рівень викидів CO <sub>2</sub> при вирощуванні сільськогосподарських культур.	2
15.	Застосувати алгоритми штучного інтелекту для встановлення та обґрунтування енергоекологічних показників машин (обладнання).	2
Всього годин		45

#### 5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Провести огляд і класифікацію основних енергоекологічних показників, які використовуються для оцінки сільськогосподарських машин. Навести приклади з технічної документації.	5
2	Проаналізувати та порівняти не менше трьох методик оцінки	4

	енергоефективності сільськогосподарських машин.	
3	Розглянути приклади двох сільськогосподарських машин з різними конструктивними рішеннями. Оцінити, як ці рішення впливають на рівень екологічного навантаження.	4
4	Виконати порівняльну таблицю двох моделей техніки (традиційної та сучасної) з аналізом їхніх енергоекологічних характеристик.	4
5	Розрахувати умовне енергетичне навантаження одиниці сільськогосподарського обладнання під час виконання конкретного агротехнічного процесу.	4
6	Провести LCA-аналіз для сівалки (або іншої сільськогосподарської машини).	4
7	Проаналізувати приклад використання математичної або комп'ютерної моделі при оптимізації конструкції сільськогосподарської машини. Описати елементи системного підходу, використані в аналізі	4
8	Розробити структуру та зміст енергетичного паспорта для зернозбирального комбайна. Вказати основні енергетичні характеристики та методи їх визначення.	4
9	Скласти приклад екологічного паспорта сільськогосподарської машини, вказавши основні параметри: види викидів, рівень шуму, можливість повторного використання матеріалів тощо.	4
10	Провести аналіз ергономічних рішень у сучасному тракторі або комбайні. Визначити, як вони впливають на зниження навантаження на оператора та підвищення ефективності праці	4
11	Обґрунтувати, як ергономічні й технологічні рішення у конструкції машини можуть сприяти зниженню шкідливого впливу на довкілля. Навести конкретні приклади з техніки.	4
12	Підготувати таблицю з основними термінами та визначеннями у сфері поводження з відходами відповідно до українського та європейського законодавства. Здійснити класифікацію видів відходів, що утворюються в сільськогосподарському виробництві.	4
13	Проаналізувати систему управління відходами в одній із країн ЄС (на вибір) та визначте, які елементи цієї системи можна адаптувати в аграрному секторі України.	4
14	Розробити базову схему поводження з твердими промисловими відходами для умовного підприємства. До схеми включити етапи обігу відходів та короткий опис кожного етапу.	4
15	Провести аналіз однієї з міжнародних ініціатив або угод (наприклад: Паризька кліматична угода, Цілі сталого розвитку ООН) та підготувати короткий звіт про її суть, цілі та значення для України.	4
16	Провести енергоекологічну оцінку конструкції заданої сільськогосподарської машини, що працює на біодизелі або етанолі. Визначити основні переваги та недоліки порівняно з дизельним аналогом.	4
17	Підготувати аналітичну записку щодо ефективності та екологічного впливу роботи котла або установки на деревних пелетах чи агропелетах. Провести оцінку викидів і ККД.	4
18	Виконати порівняльну характеристику двигуна, що працює на біогазі, з аналогічним бензиновим варіантом за критеріями споживання енергії та впливу на довкілля.	4
19	Розробити енергоекологічний профіль для заданої машини (наприклад, сонячного сушильного комплексу чи фотоелектричної установки). Проаналізувати екологічні переваги використання сонячної енергії.	4
20	Провести розрахунок енергетичної ефективності теплового насоса типу «повітря–вода» для аграрного підприємства. Оцінити екологічні переваги	4

	такого рішення порівняно з газовим або твердопаливним опаленням.	
21	Підготувати огляд конструкцій машин, що використовують геотермальну або відпрацьовану низькопотенційну енергію (наприклад, ґрунтове тепло, тепло стоків). Провести оцінку потенціалу для зниження викидів CO <sub>2</sub> .	4
22	Оглядово проаналізувати можливості використання штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації енерговитрат і впливу на довкілля в роботі агротехніки. Навести приклади програмних рішень або моделей ШІ.	5
Всього годин		90

### **6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:**

- усне або письмове опитування;
- тестування (за темами, модульне, підсумкове);
- співбесіда;
- захист лабораторно-практичних, самостійних робіт;
- екзамен.

### **7. Методи навчання:**

- метод проблемного навчання (лекція, дискусія, співбесіда);
- метод практико-орієнтованого навчання (практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- метод навчальних дискусій;
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, анотування, рецензування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

### **8. Оцінювання результатів навчання:**

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- тестування за темами;
- захист практичних робіт;
- захист самостійних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

### **9.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності**

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
<b>Модуль 1. Життєвий цикл машин і обладнання. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання</b>		
Лабораторна	Аналіз етапів життєвого циклу сільськогосподарської машини з	10

робота 1	урахуванням технічних і екологічних показників. Опрацювання курсу в Elearn.	
Лабораторна робота 2	Провести оцінку відповідності конструкції машини (обладнання) вимогам стандартів ISO 14001 та екологічного аудиту. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 3	Визначити енергетичні витрати машини (обладнання) з використанням методу енергетичного балансу та розробити рекомендації щодо їх зниження. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 4	Побудувати модель LCA для оцінки впливу на довкілля упродовж життєвого циклу машини за допомогою програмного забезпечення SimaPro, Solidworks (або аналогів). Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 5	Дослідити енергетичні характеристики машини (обладнання) та розробити енергетичний паспорт. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 6	Дослідити екологічні характеристики машини (обладнання) та розробити екологічний паспорт. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 7	Розробити рекомендації щодо забезпечення енергоефективної та CO <sub>2</sub> -нейтральної конструкції машини (обладнання) з урахуванням технологічних і ергономічних вимог. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 8	Застосування інструментів енергетично-екологічного менеджменту при розробці календарного плану технічного сервісу машини (обладнання). Опрацювання курсу в Elearn.	10
Самостійна робота	Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англійських джерел. Темі наведені в таблиці 5.	5
Модульний контроль	На основі матеріалу тем 1-11.	15
<b>Всього за модулем 1</b>		<b>100</b>
<b>Навчальна робота, (M1 + M2)/2*0,7</b>		<b>≤70</b>
<b>Додаткові бали</b> (відповіді на контрольні/додаткові питання, зарахування результатів неформальної освіти, інша навчальна робота за темами курсу)		<b>10</b>
<b>Залік</b>		<b>30</b>
<b>Всього за перший семестр (навчальна робота + залік)</b>		<b>≤100</b>
<b>Модуль 2. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел</b>		
Лабораторна робота 9	Розробка методів утилізації відходів, утворених в процесі виготовлення, технічного сервісу, ремонту та утилізації машин і обладнання. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 10	Дослідити показники енергоефективності та рівень викидів шкідливих речовин для двигуна внутрішнього згорання, що працює на біодизелі, порівняно з дизельним паливом. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 11	Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на твердому біопаливі та паливах нафтового походження. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 12	Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на генераторному газі та паливах нафтового походження. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 13	Дослідити конструкційно-технологічні параметри акумуляторної батареї для використання в електромобілях. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 14	Дослідити рівень викидів CO <sub>2</sub> при вирощуванні сільськогосподарських культур. Опрацювання курсу в Elearn.	10
Лабораторна робота 15	Застосувати алгоритми штучного інтелекту для встановлення та обґрунтування енергоекологічних показників машин (обладнання).	10

	Опрацювання курсу в Elearn.	
Самостійна робота	Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англомовних джерел. Теми наведені в таблиці 5.	15
Модульний контроль	На основі матеріалу тем 12–22.	15
<b>Всього за модулем 2</b>		<b>100</b>
<b>Навчальна робота, <math>(M1 + M2)/2 \cdot 0,7</math></b>		<b><math>\leq 70</math></b>
<b>Додаткові бали</b> (відповіді на контрольні/додаткові питання, зарахування результатів неформальної освіти, інша навчальна робота за темами курсу)		<b>10</b>
<b>Екзамен</b>		<b>30</b>
<b>Всього за другий семестр (навчальна робота + екзамен)</b>		<b><math>\leq 100</math></b>

## 9.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 9.3. Політика оцінювання

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання</b>	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність)
<b>Політика щодо академічної доброчесності</b>	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Письмові роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
<b>Політика щодо відвідування</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканатом)

## 10. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни:  
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3785>
- підручники:

1. Скидан О. В., Голуб Г. А., Кухарець С. М., Ярош Я. Д., Чуба В. В., Цивенкова Н. М., Марус О. А., Павленко М. Ю. *Відновлювана енергетика в аграрному виробництві* / за ред. О. В. Скидана, Г. А. Голуба. Житомир-Київ : Поліський університет–НУБіП України, 2022. 422 с.

2. Golub G. A., Skydan O. V., Kukharets S. M., Tsyvenkova N. M., Marus O. A., Yarosh Y. D., Chuba V. V., Pavlenko M. Yu. *Renewable energy in agriculture* / edited by G. A. Golub, O. V. Skydan. Kyiv-Zhytomyr : NULES of Ukraine–Polissia University, 2023. 400 p.

3. Голуб Г. А., Цивенкова Н. М., Марус О. А., Павленко М. Ю., Яременко О. А. *Машини та обладнання для біоенергетики : навч. посіб.* / за ред. Г. А. Голуба. Київ : НУБіП України, 2022. 203 с.

4. Nielsen S. N. *Sustainable Development Indicators: An Exergy-Based Approach*. 1st ed. Boca Raton : CRC Press, 2023. 238 p. ISBN 9781032474496.

- відеоматеріали до лекційних занять:

<https://www.youtube.com/channel/UC4Er35uvbhLNogXUqJAuE0Q>

## 11. Рекомендовані джерела інформації

### Базові:

1. Interaction of tractors running systems with a fertile soil layer. Mechanical and technological bases: monograph / Golub G., Chuba V., Kukharets S. [and other]; edited by G. Golub. Parnu: MSDLAB OU of Estonia, 2020. 192 с.

2. Цивенкова Н.М., Чуба В.В., Братішко В.В., Ганженко О.М., Голубенко А.А. Механіко-технологічні основи конверсії рослинної біомаси в синтез-газ: монографія. Київ: НУБіП України, 2021. 392 с.

3. ISO 14001: Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use. International Organization for Standardization.

4. ISO 50001: Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use. International Organization for Standardization.

5. Bányai, T., & Veres, P. (Eds). (2023). Life Cycle Assessment - Recent Advances and New Perspectives. IntechOpen. 140 p. ISBN978-1-80356-879-9. <https://doi.org/10.5772/intechopen.107596>

### Допоміжні:

1. Golub G., Blažauskas E., Tsyvenkova N., Šarauskis E., Jasinskas A., Kukharets S., Nadykto V., Holubenko A. Determination of the installation efficiency of vertical stationary photovoltaic modules with a double-sided east–west-oriented solar panel. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. P. 1635. <https://doi.org/10.3390/app15031635>

2. Nadykto V., Golub G., Tsyvenkova N., Kyurchev V., Skliar O., Skliar R., Golub V., Shubenko V. Modeling movement stability of machine-tractor units based on modular type tractor. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. P. 2822. <https://doi.org/10.3390/app15052822>

3. Golub G., Tsyvenkova N., Rogovskii I., Chuba V., Nadykto V., Omarov I., Yarosh Y., Chuba I. Determining the influence of design features in agrivoltaics systems on tracking efficiency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. № 3 (8 (135)). P. 14–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.329837>

4. Golub G., Tsyvenkova N., Nadykto V., Marus O., Kepko O., Omarov I., Holubenko A., Shubenko V., Zayets M. Determining the influence of seasonal tilt angle on the efficiency of fixed solar photovoltaic modules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 3 (8 (129)). P. 55–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.306364>

5. Golub G., Tsyvenkova N., Nadykto V., Marus O., Yaremenko O., Omarov I., Holubenko A., Sukmaniuk O., Medvedskyi O. Determining the influence of mounting angle on the average annual efficiency of fixed solar photovoltaic modules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 2 (8 (128)). P. 26–37. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300485>

6. Nadykto V., Golub G., Tsyvenkova N., Kyurchev V., Petrov G., Yarosh Y. Determining vertical oscillations of front-plow tractor without support wheel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 1 (7 (127)). P. 37–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296842>
7. Golub G., Yaremenko O., Kucheruk P., Marus O., Tsyvenkova N., Nadykto V., Chuba V., Yarosh Y. Defining indicators for the anaerobic fermentation process of aquaculture wastewater sediments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 6 (8 (132)). P. 66–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317019>
8. Golub G., Nadykto V., Dvornyk A., Tsyvenkova N., Tsaruk I., Chuba V., Krupa N., Kaminetska O., Chuba I., Omelchenko E. Determining the influence of structural and technological parameters of strip tillage on sunflower vegetation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 5 (1 (131)). P. 72–82. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312973>
9. Golub G., Tsyvenkova N., Yaremenko O., Marus O., Omarov I., Holubenko A. Determining the efficiency of installing fixed solar photovoltaic modules and modules with different tracking options. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 4 (8 (124)). P. 15–25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286464>
10. Golub G., Tsyvenkova N., Kukharets S., Holubenko A., Omarov I. European Green Deal: experimental study of biomass filtration combustion in downdraft gasifier. *Energies*. 2023. Vol. 16. P. 7490. <https://doi.org/10.3390/en16227490>
11. Golub G., Chuba V., Achkevych V., Krushelnytskyi V., Tsyvenkova N. Modelling tractor-soil pressure depending on structural parameters. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 69, № 1. P. 369–378. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-34>
12. Shevchenko I., Golub G., Skydan O., Tsyvenkova N., Marus O. Energy and ecological prerequisites for processing organic livestock waste. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, № 10. P. 87–98. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(10\).2022.87-98](https://doi.org/10.48077/scihor.25(10).2022.87-98)
13. Golub G., Tsyvenkova N., Golub V., Chuba V., Omarov I., Holubenko A. Determining air flow distribution in gas generator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. № 4 (8 (118)). P. 29–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263436>
14. Golub G., Tsyvenkova N., Holubenko A., Chuba V., Tereshchuk M. Investigation of substrate mixing process in rotating drum reactor. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2021. Vol. 63, № 1. P. 51–60. <https://doi.org/10.35633/inmateh-63-05>
15. Golub G., Chuba V., Yarosh Y., Tsyvenkova N. Bioenergy potential of Ukrainian agriculture. *International Journal of Renewable Energy Research*. 2021. Vol. 11, № 3. P. 1–7. <https://doi.org/10.20508/ijrer.v11i3.12144.g8254>
16. Golub G., Tregub M., Holubenko A., Tsyvenkova N., Chuba V., Tereshchuk M. Determining influence of reactor parameters on mixing uniformity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. № 6 (7 (108)). P. 60–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217159>

### **Інформаційні ресурси:**

1. Навчально-інформаційний портал НУБіП України:  
<http://elearn.nubip.edu.ua/>
2. Наукова бібліотека НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/structure/library>
3. Електронні ресурси НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/node/3921>

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту  
ім. М.П. Момотенка**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету конструювання і дизайну

\_\_\_\_\_ Іван РОГОВСЬКИЙ

“\_\_\_\_\_” червня 2026 р.

**СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту  
імені М.П. Момотенка

протокол № \_\_\_\_\_ від “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2026 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Руслан ШАТРОВ

**“РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОПП «Технічний сервіс машин та  
обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

Андрій НОВИЦЬКИЙ

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЙ МАШИН**

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)

Освітньо-професійна програма «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»

Факультет конструювання і дизайну

Розробник: Цивенкова Н.М., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка

Київ – 2026 р.