

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету конструювання і дизайну

\_\_\_\_\_ Зіновій РУЖИЛО

“\_\_\_\_\_” червня 2025 р.

**СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту

імені М.П. Момотенка

протокол № \_\_\_\_\_ від “\_\_\_\_\_” травня 2025 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Іван РОГОВСЬКИЙ

**“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 – 2025 р.

## Опис навчальної дисципліни

### Енергоекологічна оцінка конструкцій машин

Дисципліна "Енергоекологічна оцінка конструкцій машин" є однією з обов'язкових компонент, визначає унікальність освітньо-професійної програми та забезпечує формування комплексу необхідних знань та вмінь при підготовці магістрів за освітньо-професійною програмою "Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва".

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.

| Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній рівень     |                                                                         |                       |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Освітній ступінь                                                    | магістр                                                                 |                       |
| Спеціальність                                                       | G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)                              |                       |
| Освітня програма                                                    | Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва |                       |
| Характеристика навчальної дисципліни                                |                                                                         |                       |
| Вид                                                                 | основна                                                                 |                       |
| Загальна кількість годин                                            | 180                                                                     |                       |
| Кількість кредитів ECTS                                             | 6                                                                       |                       |
| Кількість змістових модулів                                         | 4                                                                       |                       |
| Курсовий проект (робота) (за наявності)                             | –                                                                       |                       |
| Форма контролю                                                      | екзамен                                                                 |                       |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання |                                                                         |                       |
|                                                                     | денна форма навчання                                                    | заочна форма навчання |
| Рік підготовки (курс)                                               | 1                                                                       | –                     |
| Семестр                                                             | 1, 2                                                                    | –                     |
| Лекційні заняття                                                    | 45 год.                                                                 | –                     |
| Практичні, семінарські заняття                                      | -                                                                       | –                     |
| Лабораторні заняття                                                 | 45 год.                                                                 | –                     |
| Самостійна робота                                                   | 90 год.                                                                 | –                     |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання       | 6 год.                                                                  | –                     |

## **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.

### ***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 проєктування, 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 |   |           |     |           |              |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                                                                                                        |                 |        | л            | п | лаб       | інд | с.р.      |              |   |   |   |   |   |
| 2                                                                                                                                                                        | 3               | 4      | 5            | 6 | 7         | 8   |           |              |   |   |   |   |   |
| <b>Змістовий модуль 1. Життєвий цикл машин і обладнання. Оцінка життєвого циклу машин і обладнання</b>                                                                   |                 |        |              |   |           |     |           |              |   |   |   |   |   |
| Тема 1. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин і обладнання сільськогосподарського виробництва. Основні поняття, терміни і визначення.                                | 1               | 9      | 3            | – | –         | –   | 6         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 2. Концепція сталого розвитку та екологічно чистого виробництва.                                                                                                    | 2               | 6      | 2            | – | –         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 3. Життєвий цикл машин і обладнання.                                                                                                                                | 3               | 11     | 2            | – | 3         | –   | 6         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 4. Інструменти екологічного менеджменту.                                                                                                                            | 4               | 8      | 2            | – | 2         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 5. Інструменти енергетичного менеджменту.                                                                                                                           | 5               | 8      | 2            | – | 2         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 6. Оцінка життєвого циклу машин і обладнання за LCA.                                                                                                                | 6, 7            | 14     | 4            | – | 4         | –   | 6         | –            | – | – | – | – | – |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                                                                                                                      | <b>56</b>       |        | <b>15</b>    | – | <b>11</b> | –   | <b>30</b> | –            | – | – | – | – | – |
| <b>Змістовий модуль 2. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання</b>                                                   |                 |        |              |   |           |     |           |              |   |   |   |   |   |
| Тема 7. Використання моделей в системному аналізі конструкцій машин і обладнання.                                                                                        | 8               | 4      | 2            | – | –         | –   | 2         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 8. Енергетичний паспорт машини та обладнання.                                                                                                                       | 9               | 8      | 2            | – | 2         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 9. Екологічний паспорт машини та обладнання.                                                                                                                        | 10              | 8      | 2            | – | 2         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 10. Ергономічні вимоги до сучасних конструкцій машин та обладнання.                                                                                                 | 11, 12          | 8      | 2            | – | 4         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 11. Ергономічність та технологічність конструкції як методи зниження шкідливого впливу на довкілля.                                                                 | 13, 14          | 10     | 2            | – | 4         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| Тема 12. Використання ІІІ при проведенні енергоекологічної оцінки машин і обладнання                                                                                     | 15              | 8      | 2            | – | 2         | –   | 4         | –            | – | – | – | – | – |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                                                                                                                      | <b>48</b>       |        | <b>12</b>    | – | <b>14</b> | –   | <b>22</b> | –            | – | – | – | – | – |
| <b>Змістовий модуль 3. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел</b> |                 |        |              |   |           |     |           |              |   |   |   |   |   |
| Тема 13. Основні визначення в сфері поведження з                                                                                                                         | 1, 2            | 8      | 2            | – | –         | –   | 6         | –            | – | – | – | – | – |

|                                                                                                                 |            |    |           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|-----------|---|-----------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| відходами. Класифікації відходів.                                                                               |            |    |           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |
| Тема 14. Механізми управління відходами. Система управління та поводження з відходами в країнах Євросоюзу.      | 3, 4       | 8  | 2         | – | 2         | – | 4         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 15. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на рідких видах біопалива.                      | 5, 6       | 10 | 2         |   | 4         | – | 4         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 16. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на твердих видах біопалива.                     | 7, 8       | 10 | 2         | – | 4         | – | 4         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 17. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на газоподібних видах біопалива.                | 9, 10      | 14 | 4         | – | 4         | – | 6         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 18. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на сонячній енергії.                            | 11, 12     | 10 | 2         | – | 4         | – | 4         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 19. Енергоекологічна оцінка конструкцій теплових насосів.                                                  | 13, 14     | 8  | 2         | – | 2         | – | 4         | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 20. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на тепловій енергії низькотемпературних джерел. | 15         | 8  | 2         |   | –         | – | 6         | – | – | – | – | – | – | – |
| <b>Разом за змістовим модулем 3</b>                                                                             | <b>76</b>  |    | <b>18</b> |   | <b>20</b> | – | <b>38</b> | – | – | – | – | – | – | – |
| <b>Усього годин</b>                                                                                             | <b>180</b> |    | <b>45</b> |   | <b>45</b> | – | <b>90</b> | – | – | – | – | – | – | – |

## Модуль 1. Життєвий цикл машин і обладнання. Оцінка життєвого циклу 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 досягненню 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).

## **Модуль 2. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання**

**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.

**Тема 12. 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.

**Модуль 3. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел**

**Тема 13. 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 14. 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 поведженні з відходами в ЄС (циркулярна економіка, цифровий моніторинг, стимулювання екологічно відповідальної поведінки громадян і підприємств).

**Тема 15. 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 16. 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 17. 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 18. 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 19. 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 20. 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.



### 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.                                                                                 | 4           |
| 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           | Використання ІІІ при проведенні енергоекологічної оцінки машин і обладнання.                                                      | 2           |
| 13           | Основні визначення в сфері поводження з відходами. Класифікації відходів.                                                         | 2           |
| 14           | Механізми управління відходами. Система управління та поводження з відходами в країнах Євросоюзу.                                 | 2           |
| 15           | Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на рідких видах біопалива.                                                 | 2           |
| 16           | Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на твердих видах біопалива.                                                | 2           |
| 17           | Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на газоподібних видах біопалива.                                           | 4           |
| 18           | Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на сонячній енергії.                                                       | 2           |
| 19           | Енергоекологічна оцінка конструкцій теплових насосів.                                                                             | 2           |
| 20           | Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на тепловій енергії низькотемпературних джерел.                            | 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      | 4           |

|              |                                                                                                                                                                      |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|              | ергономічних вимог.                                                                                                                                                  |    |
| 8.           | Застосування інструментів енергетично-екологічного менеджменту при розробці календарного плану технічного сервісу машини (обладнання).                               | 4  |
| 9.           | Застосувати алгоритми штучного інтелекту для встановлення та обґрунтування енергоекологічних показників машин (обладнання).                                          | 2  |
| 10.          | Розробка методів утилізації відходів, утворених в процесі виготовлення, технічного сервісу, ремонту та утилізації машин і обладнання.                                | 4  |
| 11.          | Дослідити показники енергоефективності та рівень викидів шкідливих речовин для двигуна внутрішнього згоряння, що працює на біодизелі, порівняно з дизельним паливом. | 4  |
| 12.          | Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на твердому біопаливі та паливах нафтового походження.                                              | 4  |
| 13.          | Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на генераторному газі та паливах нафтового походження.                                              | 4  |
| 14.          | Дослідити конструкційно-технологічні параметри акумуляторної батареї для використання в електромобілях.                                                              | 2  |
| 15.          | Дослідити рівень викидів CO <sub>2</sub> при вирощуванні сільськогосподарських культур.                                                                              | 2  |
| Всього годин |                                                                                                                                                                      | 45 |

## 5. Теми самостійної роботи

| № з/п | Назва теми                                                                                                                                                                   | Кількість годин |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Класифікація енергоекологічних показників сільськогосподарської техніки.                                                                                                     | 6               |
| 2     | Основні терміни та визначення у сфері енергоекології агромашин.                                                                                                              | 4               |
| 3     | Порівняльна характеристика традиційних та інноваційних конструкцій техніки з енергоекологічної точки зору.                                                                   | 6               |
| 4     | Енергетичне навантаження як параметр екологічної ефективності сільськогосподарського обладнання.                                                                             | 4               |
| 5     | Роль аграрної техніки у формуванні концепції сталого розвитку.                                                                                                               | 4               |
| 6     | Енергоємність та екологічний слід сільськогосподарської техніки.                                                                                                             | 6               |
| 7     | Впровадження циркулярної економіки у виробництві та утилізації сільськогосподарських машин.                                                                                  | 2               |
| 8     | Порівняння життєвого циклу техніки на традиційних і відновлюваних джерелах енергії. Методи продовження експлуатаційного ресурсу сільськогосподарських машин.                 | 4               |
| 9     | Екологічний аудит як інструмент підвищення екологічної ефективності підприємства.                                                                                            | 4               |
| 10    | Системи автоматизованого енергоменеджменту на агропідприємствах. Енергетичне планування при оновленні машинно-тракторного парку.                                             | 4               |
| 11    | Порівняльний LCA-аналіз машин із різними джерелами енергії (традиційні VS електричні). Програмне забезпечення для проведення LCA-оцінювання: огляд і практичне застосування. | 4               |
| 12    | Можливості зниження екологічного навантаження шляхом вдосконалення конструкцій машин                                                                                         | 4               |
| 13    | Використання екологічних матеріалів при створенні сільськогосподарського обладнання                                                                                          | 6               |
| 14    | Оцінка споживання палива та викидів CO <sub>2</sub> у процесі експлуатації сільськогосподарських машин                                                                       | 4               |
| 15    | Нормативно-правові документи з енергоекологічної оцінки техніки в агросекторі                                                                                                | 4               |
| 16    | Інтегральні показники енергоекологічної ефективності: сутність та методи                                                                                                     | 4               |

|              |                                                                                                         |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|              | розрахунку                                                                                              |    |
| 17           | Роль енергоекологічного аналізу в процесі модернізації технічного парку агропідприємства                | 6  |
| 18           | Приклади практичного застосування енергоекологічного підходу у проектуванні сільськогосподарських машин | 4  |
| 19           | Огляд вітчизняних і міжнародних досліджень у сфері енергоекологічної оцінки машин                       | 4  |
| 20           | Порівняння енергоекологічних характеристик машин іноземного та вітчизняного виробництва                 | 6  |
| Всього годин |                                                                                                         | 90 |

### **Теми робіт для самостійного виконання:**

1. Провести огляд і класифікацію основних енергоекологічних показників, які використовуються для оцінки сільськогосподарських машин. Навести приклади з технічної документації.

2. Проаналізувати та порівняти не менше трьох методик оцінки енергоефективності сільськогосподарських машин.

3. Розглянути приклади двох сільськогосподарських машин з різними конструктивними рішеннями. Оцінити, як ці рішення впливають на рівень екологічного навантаження.

4. Виконати порівняльну таблицю двох моделей техніки (традиційної та сучасної) з аналізом їхніх енергоекологічних характеристик.

5. Розрахувати умовне енергетичне навантаження одиниці сільськогосподарського обладнання під час виконання конкретного агротехнічного процесу.

6. Провести LCA-аналіз для сівалки (або іншої сільськогосподарської машини).

7. Проаналізувати приклад використання математичної або комп'ютерної моделі при оптимізації конструкції сільськогосподарської машини. Описати елементи системного підходу, використані в аналізі.

8. Розробити структуру та зміст енергетичного паспорта для зернозбирального комбайна. Вказати основні енергетичні характеристики та методи їх визначення.

9. Скласти приклад екологічного паспорта сільськогосподарської машини, вказавши основні параметри: види викидів, рівень шуму, можливість повторного використання матеріалів тощо.

10. Провести аналіз ергономічних рішень у сучасному тракторі або комбайні. Визначити, як вони впливають на зниження навантаження на оператора та підвищення ефективності праці.

11. Обґрунтувати, як ергономічні й технологічні рішення у конструкції машини можуть сприяти зниженню шкідливого впливу на довкілля. Навести конкретні приклади з техніки.

12. 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.

13. 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.

14. Проаналізувати систему управління відходами в одній із країн ЄС (на вибір) та визначте, які елементи цієї системи можна адаптувати в аграрному секторі України.

15. Провести енергоекологічну оцінку конструкції заданої сільськогосподарської машини, що працює на біодизелі або етанолі. Визначити основні переваги та недоліки порівняно з дизельним аналогом.

16. Підготувати аналітичну записку щодо ефективності та екологічного впливу роботи котла або установки на деревних пелетах чи агропелетах. Провести оцінку викидів і ККД.

17. Виконати порівняльну характеристику двигуна, що працює на біогазі, з аналогічним бензиновим варіантом за критеріями споживання енергії та впливу на довкілля.

18. Розробити енергоекологічний профіль для заданої машини (наприклад, сонячного сушильного комплексу чи фотоелектричної установки). Проаналізувати екологічні переваги використання сонячної енергії.

19. Провести розрахунок енергетичної ефективності теплового насоса типу «повітря–вода» для аграрного підприємства. Оцінити екологічні переваги такого рішення порівняно з газовим або твердопаливним опаленням.

20. 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>.

## **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. Оцінка життєвого циклу машин і обладнання.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
| Лабораторна робота 1                                                                          | Аналіз етапів життєвого циклу сільськогосподарської машини з урахуванням технічних і екологічних показників. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                          | 12         |
| Лабораторна робота 2                                                                          | Провести оцінку відповідності конструкції машини (обладнання) вимогам стандартів ISO 14001 та екологічного аудиту. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                    | 12         |
| Лабораторна робота 3                                                                          | Визначити енергетичні витрати машини (обладнання) з використанням методу енергетичного балансу та розробити рекомендації щодо їх зниження. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                            | 12         |
| 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.                                                                                                         | 12         |
| Самостійна робота                                                                             | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англomовних джерел.                                                                                                                                                                                                                 | 22         |
| Модульний контроль                                                                            | На основі матеріалу тем 1-6:<br>За темою 1: Провести огляд і класифікацію основних енергоекологічних показників, які використовуються для оцінки сільськогосподарських машин. Навести приклади з технічної документації.<br>За темою 2: Проаналізувати та порівняти не менше трьох методик оцінки | 30         |

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                               | <p>енергоефективності сільськогосподарських машин.</p> <p>За темою 3: Розглянути приклади двох сільськогосподарських машин з різними конструктивними рішеннями. Оцінити, як ці рішення впливають на рівень екологічного навантаження.</p> <p>За темою 4: Виконати порівняльну таблицю двох моделей техніки (традиційної та сучасної) з аналізом їхніх енергоекологічних характеристик.</p> <p>За темою 5: Розрахувати умовне енергетичне навантаження одиниці сільськогосподарського обладнання під час виконання конкретного агротехнічного процесу.</p> <p>За темою 6: Провести LCA-аналіз для сівалки (або іншої сільськогосподарської машини).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |
| <b>Всього за модулем 1</b>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>100</b> |
| <b>Модуль 2. Системний підхід до оцінювання, моделювання та вдосконалення конструкцій машин і обладнання.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
| Лабораторна робота 5                                                                                          | Дослідити енергетичні характеристики машини (обладнання) та розробити енергетичний паспорт. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12         |
| Лабораторна робота 6                                                                                          | Дослідити екологічні характеристики машини (обладнання) та розробити екологічний паспорт. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12         |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12         |
| Лабораторна робота 8                                                                                          | Застосування інструментів енергетично-екологічного менеджменту при розробці календарного плану технічного сервісу машини (обладнання). Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Лабораторна робота 9                                                                                          | Застосувати алгоритми штучного інтелекту для встановлення та обґрунтування енергоекологічних показників машин (обладнання). Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12         |
| Самостійна робота                                                                                             | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англомовних джерел.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 20         |
| Модульний контроль                                                                                            | <p>На основі матеріалу тем 7–12.</p> <p>За темою 7: Проаналізувати приклад використання математичної або комп'ютерної моделі при оптимізації конструкції сільськогосподарської машини. Описати елементи системного підходу, використані в аналізі.</p> <p>За темою 8: Розробити структуру та зміст енергетичного паспорта для зернозбирального комбайна. Вказати основні енергетичні характеристики та методи їх визначення.</p> <p>За темою 9: Скласти приклад екологічного паспорта сільськогосподарської машини, вказавши основні параметри: види викидів, рівень шуму, можливість повторного використання матеріалів тощо.</p> <p>За темою 10: Провести аналіз ергономічних рішень у сучасному тракторі або комбайні. Визначити, як вони впливають на зниження навантаження на оператора та підвищення ефективності праці.</p> <p>За темою 11: Обґрунтувати, як ергономічні й технологічні рішення у конструкції машини можуть сприяти зниженню шкідливого впливу на довкілля. Навести конкретні приклади з техніки.</p> <p>За темою 12: Оглядом проаналізувати можливості використання штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації енерговитрат і впливу на довкілля в роботі агротехніки. Навести приклади програмних рішень або моделей III.</p> | 20         |
| <b>Всього за модулем 2</b>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>100</b> |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Модуль 3. Поводження та управління відходами. Енергоекологічна оцінка конструкцій машин, що працюють на біопаливах і на енергії з альтернативних джерел</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
| Лабораторна робота 10                                                                                                                                          | Розробка методів утилізації відходів, утворених в процесі виготовлення, технічного сервісу, ремонту та утилізації машин і обладнання. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 12         |
| Лабораторна робота 11                                                                                                                                          | Дослідити показники енергоефективності та рівень викидів шкідливих речовин для двигуна внутрішнього згоряння, що працює на біодизелі, порівняно з дизельним паливом. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12         |
| Лабораторна робота 12                                                                                                                                          | Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на твердому біопаливі та паливах нафтового походження. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Лабораторна робота 13                                                                                                                                          | Дослідити енергетичні та екологічні показники машин, що працюють на генераторному газі та паливах нафтового походження. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Лабораторна робота 14                                                                                                                                          | Дослідити конструкційно-технологічні параметри акумуляторної батареї для використання в електромобілях. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Лабораторна робота 15                                                                                                                                          | Дослідити рівень викидів CO <sub>2</sub> при вирощуванні сільськогосподарських культур. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Самостійна робота                                                                                                                                              | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англomовних джерел. Опрацювання курсу в Elearn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 14         |
| Модульний контроль                                                                                                                                             | <p>На основі матеріалу тем 13–20.</p> <p>За темою 13: 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.</p> <p>За темою 14: Проаналізувати систему управління відходами в одній із країн ЄС (на вибір) та визначте, які елементи цієї системи можна адаптувати в аграрному секторі України.</p> <p>За темою 15: Провести енергоекологічну оцінку конструкції заданої сільськогосподарської машини, що працює на біодизелі або етанолі. Визначити основні переваги та недоліки порівняно з дизельним аналогом.</p> <p>За темою 16: Підготувати аналітичну записку щодо ефективності та екологічного впливу роботи котла або установки на деревних пелетах чи агропелетах. Провести оцінку викидів і ККД.</p> <p>За темою 17: Виконати порівняльну характеристику двигуна, що працює на біогазі, з аналогічним бензиновим варіантом за критеріями споживання енергії та впливу на довкілля.</p> <p>За темою 18: Розробити енергоекологічний профіль для заданої машини (наприклад, сонячного сушильного комплексу чи фотоелектричної установки). Проаналізувати екологічні переваги використання сонячної енергії.</p> <p>За темою 19: Провести розрахунок енергетичної ефективності теплового насоса типу «повітря–вода» для аграрного підприємства. Оцінити екологічні переваги такого рішення порівняно з газовим або твердопаливним опаленням.</p> <p>За темою 20: 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>.</p> | 14         |
| <b>Всього за модулем 3</b>                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>100</b> |

|                                                                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Навчальна робота, <math>(M1 + M2 + M3)/3 \cdot 0,7</math></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>Екзамен</b>                                                                                                                                        | <b>30</b>  |
| <b>Всього за курс</b>                                                                                                                                 | <b>100</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 дедайнів 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:

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

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

Машини та обладнання для біоенергетики: навчальний посібник / Голуб Г. А., Цивенкова Н. М., Марус О. А., Павленко М. Ю., Яременко О. А.; за ред. Г. А. Голуба. К.: НУБіП України, 2022. 203 с.

Energy in Agroecosystems. A Tool for Assessing Sustainability / Edited By Casado, Manuel Gonzalez de Molina. 1st Edition. Imprint CRC Press, 2017. 470 p.

- 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. Біопалива: Технології, машини, обладнання / [В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін.]. К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.

3. Голуб Г.А., Сидорчук О.В., Кухарець С.М., Гох В.В., Осауленко С.В., Завадська О.А., Рубан Б.О., Поліковська Н.Л., Швець Р.Л., Чуба В.В., Павленко М.Ю. Технологія переробки біологічних відходів у біогазових установках з обертовими реакторами / За ред. д-ра техн. наук, проф. Г. А. Голуба. К.: НУБіП України, 2014. 106 с.

4. ДСТУ 3868-99 Паливо дизельне. Технічні умови.

5. ДСТУ 6081:2009 Паливо моторне. Ефіри метилових жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.

6. Енергетична оцінка агроєкосистем : навч. посіб. [О.Ф. Смаглій, А.С. Малиновський, А.Т. Кардашов та ін.]; за ред. О.Ф. Смаглія. Житомир : ДАУ, 2002. 160 с.

7. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник / С.О. Кудря. К. : НТУУ «КПІ», 2012. 492 с.

8. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: Підр. К.: Варта, 2006. 280 с.

9. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / [В.О. Дубровін, Л.Д. Романчук, С.М. Кухарець, І.Г. Грабар, Л. В. Лось, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев, В.М. Поліщук, В.В. Кухарець, І.В. Нездвєцька, В.О. Шубенко, А.А. Голубенко, Н.М. Цивенкова]. К.: Центр учбової літератури, 2014. 335 с.

10. Посібник. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / за ред. В.І. Кравчука, В.О. Дубровіна. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. 2010. 184 с.

11. Системи видалення, обробки, підготовки, та використання гною: ВНТП–АПК 09.06. Офіц. вид. К.: Міністерство аграрної політики України 2006. 100 с.

12. 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. 388 с.

13. Ярош Я.Д., Голуб Г.А., Цивенкова Н.М., Кухарець С.М., Медведський О.В., Чуба В.В. Виробництво і використання генераторного газу з сільськогосподарської рослинної сировини: монографія. Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2020. 224 с.

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

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

16. Baumann, H., & Tillman, A. M. (2004). *The Hitchhiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application*. Studentlitteratur.

#### **Допоміжні:**

1. Chuba, V., Lavrinenko, A., Chuba, V., Tsyvenkova, N. Justification of the fuel mixture composition of petroleum based diesel fuel and diesel biofuel based on

plant oil. *Engineering for rural development*, 2021, 20, 1484–1488. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF317.

2. Golub, G., Chuba, V., Achkevych, V., Krushelnytskyi, V., Tsyvenkova, N. Modelling of the running system pressure on the soil depending on the structural parameters of the tractors. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 2023, 69(1), 369–378. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-34>.

3. Golub, G., Chuba, V., Yarosh, Y., Solarov, O., Tsyvenkova, N. Experimental studies of the interaction of tractor drive wheels with the soil in the plowed field. – *INMATEH-Agricultural Engineering*, 2021, 65(3), 430-440.

4. 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), 72–82.

5. Golub, G., Tsyvenkova, N., Chuba, V., Yarosh, Ya. Bulk density of chopped wheat straw – influence of moisture content, fine fraction content and coefficient of compaction. *Engineering for rural development*, 2020, 19, 1892–1899.

6. Golub, G., Tsyvenkova, N., Kukharets, S., Holubenko, A., Omarov, I., Klymenko, O., Mudryk, K., Hutsol, T. European Green Deal: An Experimental Study of the Biomass Filtration Combustion in a Downdraft Gasifier. *Energies* 2023, 16, 7490.

7. Les, A., Rashchenko, A., Tsyvenkova, N., Les, T. Strategic planning in the process of adapting cities to climate change. *Engineering for rural development*, 2021, 20, 1227–1235. DOI:10.22616/ERDev.2021.20.TF270.

8. Nadykto, V., Golub, G., Kyurchev, V., Tsyvenkova, N., Petrov, G., & Yarosh, Y. (2024). Determining vertical oscillations of front-plow tractor without support wheel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (127), 37–47.

9. Shevchenko, I., Golub, G., Skydan, O., Tsyvenkova, N., & Marus, O. Energy and ecological prerequisites for the choice of technologies for processing organic livestock waste. *Scientific Horizons*, 2022, 25(10), 87-98. 87-98.

10. Shevchenko, I., Golub, G., Tsyvenkova, N., Shevchenko, I., Titova, L., Omarov, I., Sukmaniuk, O., Kulykivskyi, V., Borovskiy, V., & Zayets, M. Substantiating the structural and technological parameters of tillage rotary X-like working bodies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2024, 4(1 (130), 45–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309756>.

11. Tereshchuk, M., Mykhailovych, Y., Chetveryk, H., Tsyvenkova, N., Holubenko A., & Omarov, I. Investigation of fermentation chamber thermal condition parameters. *Vidnovluvana Energetika*, 2023, (4(71), 71-82.

12. Tregub, M., Holubenko, A., Tsyvenkova, N. Experimental Studies of Structural and Technological Parameters of a Downdraft Gasifier Based on Plant Biomass. *Scientific Horizons*, 2021, 24(6), 9-23.

13. Vechera, O., Tereshchuk, M., Chuba, V., Tsyvenkova, N. Investigation of aerobic solid fraction fermentation process` parameters for organic material. *Engineering for rural development*, 2020, 19, 1450–1455.

14. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій / [Голуб Г.А., Павленко М.Ю., Чуба В.В., Кухарець С.М.; за ред. Г.А. Голуба]. К. : НУБіП України, 2015. 119 с.

**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>