

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Факультет (ННІ) конструювання і дизайну

“26” травня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ В БІОЕНЕРГЕТИЦІ**

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)

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

Факультет конструювання і дизайну

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

Київ – 2026 р.

## Опис навчальної дисципліни

### Проектування машин і обладнання в біоенергетиці

Дисципліна забезпечує здатність створювати нові техніку і технології для переробки біомаси на енергоносії. Здобувачі навчаються проектувати технологічні лінії з виробництва біогазу, пелет, брикетів та рідкого біопалива. Аналізуються конструкції грануляторів, дробарок, змішувачів, ферментерів та систем очищення газу. Розглядаються особливості технічного сервісу біоенергетичного обладнання в умовах сільської місцевості.

Завдання навчальної дисципліни – сформувати здатність досліджувати, моделювати, проектувати і експлуатувати технічні системи аграрного виробництва із використанням відновлюваних джерел енергії, а також сформувати професійні знання про відновлювані джерела енергії та біоенергетичні системи, теоретичні, практичні та методологічні основи, методи і об'єкти біоенергетики в аграрному виробництві, здатність використовувати управлінські аспекти у межах проблеми діяльності аграрного виробництва.

| <b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</b>   |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Освітній ступінь   | магістр  |                       |
| Спеціальність  | <i>G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)</i>                              |                       |
| Освітня програма   | <i>Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва</i> |                       |
| <b>Характеристика навчальної дисципліни</b>  |  |                       |
| Вид  | <i>вибіркова</i>   |                       |
| Загальна кількість годин   | <i>150</i>   |                       |
| Кількість кредитів ECTS  | <i>5</i>   |                       |
| Кількість змістових модулів  | <i>3</i>   |                       |
| Курсовий проект (робота) (за наявності)  | –  |                       |
| Форма контролю   | <i>екзамен</i>   |                       |
| <b>Показники навчальної дисципліни для денної, заочної та дистанційної (за наявності) форм здобуття вищої освіти</b> |  |                       |
|  | денна форма навчання   | заочна форма навчання |
| Рік підготовки (курс)  | <i>1</i>   | –                     |
| Семестр  | <i>2</i>   | –                     |
| Лекційні заняття   | <i>30 год.</i>   | –                     |
| Практичні, семінарські заняття   | <i>-</i>   | –                     |
| Лабораторні заняття  | <i>30 год.</i>   | –                     |
| Самостійна робота  | <i>90 год.</i>   | –                     |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання  | <i>4 год.</i>  | –                     |

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

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

*Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни «Проектування машин і обладнання в біоенергетиці» (за їх наявності) «Механіка конструкцій технічних систем», «Системи автоматизованого проектування», «Методи конструювання обладнання ТС», «Енергоекологічна оцінка конструкцій машин».*

### ***Набуття компетентностей***

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

*Загальні компетентності (ЗК):*

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

*Спеціальні (фахові) компетентності (СК):*

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК7. Здатність розробляти, досліджувати та використовувати інтелектуальні технології для забезпечення сталого розвитку технічного сервісу машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

*Програмні результати навчання (РН):*

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН6. Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |        |              |          |          |          |           |              |          |          |          |          |          |
|--|-----------------|--------|--------------|----------|----------|----------|-----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | денна форма     |        |              |          |          |          |           | Заочна форма |          |          |          |          |          |
|  | тижні           | усього | у тому числі |          |          |          |           |              |          |          |          |          |          |
|  |                 |        | л            | п        | лаб      | інд      | с.р.      |              |          |          |          |          |          |
| 1  | 2               | 3      | 4            | 5        | 6        | 7        | 8         |              |          |          |          |          |          |
| <b>Змістовий модуль 1. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання рідких біопалив</b>                  |                 |        |              |          |          |          |           |              |          |          |          |          |          |
| <b>Тема 1.</b> Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. Основні поняття, терміни і визначення.                      | 1-2             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 2.</b> Виробництво аграрної продукції та біопалив в агроекосистемах  | 2-3             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 3.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання дизельного біопалива                         | 3-4             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 4.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біостанолу                                   | 4-5             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>  | <b>40</b>       |        | <b>8</b>     | <b>-</b> | <b>8</b> | <b>-</b> | <b>24</b> | <b>-</b>     | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |
| <b>Змістовий модуль 2. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання газоподібних та твердих біопалив</b> |                 |        |              |          |          |          |           |              |          |          |          |          |          |
| <b>Тема 5.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біогазу і біометану                          | 5-6             | 12     | 2            | -        | 4        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 6.</b> Використання соломи для енергетичних потреб   | 6-7             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 7.</b> Проектування машин і обладнання для вирощування, збирання, переробки і використання енергетичних культур    | 7-8             | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 8.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання синтез-газу з рослинної сировини             | 8-9             | 12     | 2            | -        | 4        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 9.</b> Проектування машин і обладнання для піролізу рослинної біомаси  | 9-10            | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 10.</b> Проектування машин і обладнання для  | 10-11           | 10     | 2            | -        | 2        | -        | 6         | -            | -        | -        | -        | -        | -        |

|   |       |            |           |          |           |          |           |          |          |          |          |          |          |
|---|-------|------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| виробництва і використання біоводню.  |       |            |           |          |           |          |           |          |          |          |          |          |          |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>   |       | <b>64</b>  | <b>12</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>36</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |
| <b>Змістовий модуль 3. Проектування, аналіз та оцінювання машин і обладнання для використання енергії низькотемпературних джерел, сонця і вітру</b> |       |            |           |          |           |          |           |          |          |          |          |          |          |
| <b>Тема 11.</b> Використання низькотемпературних джерел енергії.  | 11-12 | 8          | 2         | -        | -         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 12.</b> Проектування технічних засобів перетворення кінетичної енергії вітру  | 12-13 | 10         | 2         | -        | 2         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 13.</b> Проектування технічних засобів геліотермальної енергетики   | 13-14 | 8          | 2         | -        | -         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 14.</b> Проектування систем агровольтаїки   | 14-15 | 10         | 2         | -        | 2         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 15.</b> Аналіз життєвого циклу машин і обладнання біоенергетики   | 15    | 10         | 2         | -        | 2         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Разом за змістовим модулем 3</b>   |       | <b>46</b>  | <b>10</b> | <b>-</b> | <b>6</b>  | <b>-</b> | <b>30</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |
| <b>Усього годин</b>   |       | <b>150</b> | <b>30</b> | <b>-</b> | <b>30</b> | <b>-</b> | <b>90</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |

## **Змістовий модуль 1: Проектування машин і обладнання для виробництва і використання рідких біопалив**

**Тема 1. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. Основні поняття, терміни і визначення.** Роль енергоресурсів у виробництві сільськогосподарської продукції та житлово-комунальному господарстві. Сучасний стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики. Споживання та виробництво енергоресурсів в аграрному виробництві. Об'єкти біоенергетичних систем агропромислового комплексу. Основні поняття, терміни та визначення у сфері біоенергетики. Класифікація машин, обладнання та енергетичних установок біоенергетики. Принципи формування біоенергетичних систем в аграрному виробництві. Концепція диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив в агроекосистемах. Вимоги до проектування сучасних біоенергетичних систем.

**Тема 2. Виробництво аграрної продукції та біопалив в агроекосистемах.** Концепція інтегрованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив в агроекосистемах. Формування сировинної бази для виробництва біопалив. Визначення гранично допустимих обсягів вилучення біомаси для енергетичних потреб. Потенціал виробництва відновлюваної енергії на основі органічної сировини аграрного виробництва. Баланс органічної речовини та поживних елементів у агроекосистемах. Методи оцінювання ресурсного потенціалу біомаси. Врахування ресурсних обмежень під час проектування біоенергетичних комплексів. Енергетична, економічна та екологічна ефективність агроенергетичних систем.

**Тема 3. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання дизельного біопалива.** Сировинна база та сучасні технології одержання дизельного біопалива. Фізико-хімічні основи процесу трансестерифікації рослинних олій. Технологічні схеми підготовки сировини, синтезу, очищення та зберігання біодизеля. Аналіз конструкцій технічних засобів для виробництва дизельного біопалива. Методичні основи проектування технологічних ліній і розрахунок їх основних конструктивних та технологічних параметрів. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біодизеля як моторного палива. Вплив характеристик біодизеля на процеси сумішоутворення, згоряння та показники роботи двигунів внутрішнього згоряння. Конструктивні особливості паливних систем, двигунів і енергетичних установок, призначених для роботи на біодизельному паливі та його сумішах. Проектування систем зберігання, підготовки і подачі біодизеля, а також технічних рішень з адаптації машин до його використання. Особливості технічного обслуговування обладнання та оцінювання енерго-економічної ефективності проектних рішень.

**Тема 4. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біоетанолу.** Сировинна база та сучасні тенденції розвитку виробництва біоетанолу. Біотехнологічні основи одержання біоетанолу. Технологічні схеми переробки крохмалевмісної та целюлозовмісної сировини. Технічне та конструктивне забезпечення процесів підготовки сировини, ферментації, ректифікації, зневоднення та зберігання біоетанолу. Аналіз конструкцій технологічного обладнання. Методичні основи проектування виробничих ліній та розрахунок основних конструктивних і технологічних параметрів обладнання. Технічні рішення щодо впровадження, експлуатації та обслуговування обладнання для виробництва біоетанолу. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біоетанолу як моторного палива. Використання біоетанолу та паливних сумішей на його основі в двигунах внутрішнього згоряння. Конструктивні особливості двигунів і паливних систем, призначених для роботи на біоетанолі. Проектування систем зберігання, підготовки та подачі біоетанольного палива. Інженерні рішення щодо адаптації машин і обладнання до використання біоетанолу. Аналіз показників роботи двигунів та енергетичних установок при використанні біоетанольних палив. Оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності проектних рішень.

**Змістовий модуль 2. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання газоподібних та твердих біопалив**

**Тема 5. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біогазу і біометану.** Сировинна база та технологічні передумови виробництва біогазу і біометану. Процеси метаноутворення та кінетика анаеробного зброджування органічної сировини. Технологічні схеми виробництва, очищення та збагачення біогазу до біометану. Аналіз конструкцій біореакторів, систем підготовки сировини, перемішування, підігріву та газоочищення. Методичні основи проектування біогазових комплексів і розрахунок основних технологічних та конструктивних параметрів обладнання.

Енергетичні характеристики біогазу та біометану як моторного і енергетичного палива. Конструктивні особливості двигунів, когенераційних установок та іншого газоспоживального обладнання. Проектування систем зберігання, підготовки, транспортування та подачі газового палива. Інженерні рішення щодо адаптації енергетичних установок до використання біогазу та біометану. Особливості експлуатації й технічного обслуговування обладнання. Оцінювання технічної, енергетичної, економічної та екологічної ефективності проектних рішень.

**Тема 6. Використання соломи для енергетичних потреб.** Енергетичний потенціал соломи зернових культур та інших рослинних залишків. Структура утворення, заготівлі та використання соломи в аграрному виробництві. Паливно-енергетичні характеристики соломи та фактори, що впливають на її енергетичну цінність. Технології заготівлі, транспортування, зберігання та підготовки соломи до енергетичного використання. Машина та обладнання для збирання, пресування, подрібнення і транспортування соломи. Проектування технологічних ліній виробництва паливних гранул і брикетів із соломи. Конструктивні особливості обладнання для гранулювання та брикетування рослинної біомаси. Технічні засоби для спалювання соломи та твердих біопалив на її основі. Методичні основи проектування систем енергетичного використання соломи. Оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності використання соломи як палива.

**Тема 7. Проектування машин і обладнання для вирощування, збирання, переробки і використання енергетичних культур.** Біоенергетичний потенціал енергетичних культур. Вимоги до технологій вирощування та збирання енергетичної біомаси. Аналіз існуючих технічних засобів для закладання плантацій, догляду за насадженнями та збирання врожаю. Проектування машин і обладнання для заготівлі, транспортування, подрібнення та переробки біомаси. Конструктивні особливості обладнання для підготовки біомаси до енергетичного використання. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень.

**Тема 8. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання синтез-газу з рослинної сировини.** Фізико-хімічні основи газифікації біомаси та вплив властивостей рослинної сировини на параметри процесу. Технологічні схеми виробництва синтез-газу. Аналіз конструкцій газогенераторів різних типів, систем підготовки сировини, очищення та охолодження газу. Методичні основи проектування газогенераторних установок і розрахунок основних конструктивних, теплотехнічних та технологічних параметрів обладнання. Фізико-хімічні та енергетичні властивості синтез-газу як палива. Вимоги до якості синтез-газу для використання в енергетичних установках. Конструктивні особливості двигунів внутрішнього згорання, теплогенераторів, котельних і когенераційних установок, що працюють на синтез-газі. Проектування систем підготовки, подачі, дозування та регулювання газового палива. Інженерні рішення щодо адаптації енергетичного обладнання до використання синтез-газу. Особливості експлуатації, технічного обслуговування та забезпечення безпеки роботи установок. Оцінювання технічної, енергетичної, економічної та екологічної ефективності проектних рішень.

**Тема 9. Проектування машин і обладнання для піролізу рослинної біомаси.** Теоретичні основи процесу піролізу рослинної біомаси. Вплив виду сировини, вологості, температури, тривалості процесу та швидкості нагрівання на вихід продуктів піролізу. Технологічні схеми швидкого та повільного піролізу біомаси. Аналіз конструкцій піролізних реакторів та допоміжного обладнання. Методичні основи проектування машин і обладнання для піролізу рослинної біомаси. Розрахунок основних конструктивних, теплотехнічних і технологічних параметрів піролізних установок. Проектування систем підготовки сировини, подачі теплоти, відведення та розділення продуктів піролізу. Оцінювання технічної, енергетичної та економічної ефективності проектних рішень.

**Тема 10. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біоводню.** Сучасний стан і перспективи розвитку технологій виробництва біоводню. Сировинна база та технологічні передумови одержання біоводню з органічної сировини. Біологічні, біохімічні та термохімічні методи виробництва біоводню. Технологічні схеми виробництва, очищення та накопичення біоводню. Аналіз конструкцій реакторів, ферментерів і допоміжного обладнання для одержання водню. Методичні основи проектування водневих енерготехнологічних комплексів і розрахунок основних технологічних та конструктивних параметрів обладнання. Фізико-хімічні та енергетичні властивості біоводню як палива. Вимоги до якості водню для використання в енергетичних установках. Конструктивні особливості двигунів внутрішнього згоряння, паливних елементів, теплогенераторів та комбінованих енергетичних систем, що працюють на водні. Проектування систем зберігання, транспортування, підготовки та подачі водневого палива. Інженерні рішення щодо адаптації енергетичного обладнання до використання біоводню. Особливості експлуатації, технічного обслуговування та забезпечення безпеки водневих енергетичних установок. Оцінювання технічної, енергетичної, економічної та екологічної ефективності проектних рішень.

**Змістовий модуль 3. Проектування, аналіз та оцінювання машин і обладнання для використання енергії низькотемпературних джерел, сонця і вітру**

**Тема 11. Використання низькотемпературних джерел енергії.** Енергетичний потенціал низькотемпературних джерел теплоти як вихідна інформація для проектування енергетичних систем. Джерела низькопотенційної теплоти: ґрунт, вода, атмосферне повітря, вторинні енергетичні ресурси та технологічні теплові викиди. Принципи роботи та класифікація теплових насосів. Термодинамічні основи теплонасосних установок. Конструктивні особливості обладнання для використання низькотемпературних джерел енергії. Методичні основи проектування теплонасосних систем. Розрахунок параметрів систем відбору, перетворення та передавання теплоти. Оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності проектних рішень.

**Тема 12. Проектування технічних засобів перетворення кінетичної енергії вітру.** Оцінювання вітроенергетичного потенціалу територій як вихідний етап проектування вітроенергетичних систем. Основи аеродинаміки

вітроенергетичних установок. Класифікація та конструктивні особливості вітроенергетичних установок. Аналіз конструкцій сучасних вітрогенераторів. Методичні основи проектування технічних засобів перетворення кінетичної енергії вітру. Розрахунок основних параметрів ротора, генератора, башти, трансмісії та систем керування. Проектування автономних і мережевих вітроенергетичних систем. Оцінювання технічної, енергетичної та економічної ефективності проектних рішень.

**Тема 13. Проектування технічних засобів геліотермальної енергетики.** Сонячна радіація як джерело теплової енергії. Потенціал сонячної теплової енергії та його врахування під час проектування геліотермальних систем. Принципи роботи геліотермальних установок. Класифікація та конструктивні особливості сонячних колекторів, акумуляторів теплоти та допоміжного обладнання. Технологічні схеми систем сонячного теплопостачання, гарячого водопостачання та сушіння сільськогосподарської продукції. Методичні основи проектування технічних засобів геліотермальної енергетики. Розрахунок площі сонячних колекторів, параметрів теплоносія, теплообмінників та систем акумуляування теплоти. Оцінювання ефективності геліотермальних систем.

**Тема 14. Проектування систем агровольтаїки.** Принципи поєднання виробництва сільськогосподарської продукції та електричної енергії в агровольтаїчних системах. Основи фотоелектричного перетворення сонячної енергії. Аналіз конструкцій агровольтаїчних систем та варіантів розміщення фотоелектричних модулів. Вибір компоновочних рішень з урахуванням агротехнологічних вимог, освітленості, затінення та продуктивності сільськогосподарських культур. Методичні основи проектування агровольтаїчних систем. Розрахунок енергетичних показників, площі фотоелектричних модулів, параметрів інверторного обладнання та систем кріплення. Оцінювання впливу агровольтаїки на ефективність землекористування. Техніко-економічне та екологічне обґрунтування проектних рішень.

**Тема 15. Аналіз життєвого циклу машин і обладнання біоенергетики.** Методологічні основи аналізу життєвого циклу машин, обладнання та енергетичних систем. Етапи життєвого циклу технічних засобів біоенергетики: виробництво, транспортування, монтаж, експлуатація, технічне обслуговування, ремонт, модернізація та утилізація. Визначення меж системи, функціональної одиниці та вихідних даних для аналізу. Інвентаризація матеріальних, енергетичних і екологічних потоків. Оцінювання впливів на довкілля на різних етапах життєвого циклу. Використання результатів аналізу життєвого циклу під час проектування машин і обладнання біоенергетики. Обґрунтування конструктивних і технологічних рішень з урахуванням показників життєвого циклу.

### 3. Теми лекцій

| № з/п               | Назва теми   | К-сть годин |
|---------------------|--|-------------|
| 1                   | Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. Основні поняття, терміни і визначення.                   | 2           |
| 2                   | Виробництво аграрної продукції та біопалив в агроєкосистемах   | 2           |
| 3                   | Проектування машин і обладнання для виробництва і використання дизельного біопалива                      | 2           |
| 4                   | Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біоетанолу                                | 2           |
| 5                   | Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біогазу і біометану                       | 2           |
| 6                   | Використання соломи для енергетичних потреб  | 2           |
| 7                   | Проектування машин і обладнання для вирощування, збирання, переробки і використання енергетичних культур | 2           |
| 8                   | Проектування машин і обладнання для виробництва і використання синтез-газу з рослинної сировини          | 2           |
| 9                   | Проектування машин і обладнання для піролізу рослинної біомаси   | 2           |
| 10                  | Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біоводню                                  | 2           |
| 11                  | Використання низькотемпературних джерел енергії  | 2           |
| 12                  | Проектування технічних засобів перетворення кінетичної енергії вітру                                     | 2           |
| 13                  | Проектування технічних засобів геліотермальної енергетики  | 2           |
| 14                  | Проектування систем агровольтаїки  | 2           |
| 15                  | Аналіз життєвого циклу машин і обладнання біоенергетики  | 2           |
| <b>Всього годин</b> |  | <b>30</b>   |

### 4. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми   | К-сть годин |
|-------|--|-------------|
| 1.    | Визначити економічну ефективність функціонування агроєкосистем з виробництвом енергії на основі біологічних видів палива           | 2           |
| 2.    | Виконати розрахунок потреби в біопаливі для заміщення природного газу  | 2           |
| 3.    | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок обладнання для виробництва дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки | 2           |
| 4.    | Визначити витрати палива під час роботи двигуна внутрішнього згорання на дизельному паливі та біодизелі                            | 2           |
| 5.    | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок реактора для виробництва біогазу за допомогою типової біогазової установки               | 2           |
| 6.    | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок біогазової установки із  | 2           |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
|              | обертвовим реактором   |    |
| 7.           | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок котла опалювального водогрійного автоматичного «Дністер» Р6-КОВА   | 2  |
| 8.           | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок машин для вирощування міскантусу гігантського  | 2  |
| 9.           | Ознайомитися із конструкцією газогенератора та визначити вплив його конструкційно-технологічних параметрів на концентрацію монооксиду карбону (СО) в деревному газі    | 2  |
| 10.          | Ознайомитися із конструкцією газогенератора та визначити вплив його конструкційно-технологічних параметрів на концентрацію монооксиду карбону (СО) в солом'яному газі. | 2  |
| 11.          | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок піролізної установки на деревній біомасі   | 2  |
| 12.          | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок установки для виробництва біоводню   | 2  |
| 13.          | Ознайомитися із конструкцією вітроустановки та визначити її конструкційно-технологічні параметри.  | 2  |
| 14.          | Ознайомитися із конструкцією акумуляторної батареї та визначити її конструкційно-технологічні параметри.   | 2  |
| 15.          | Ознайомитися з методикою та виконати енерго-екологічну оцінку об'єкта біоенергетики  | 2  |
| Всього годин |  | 30 |

### 5. Теми самостійної роботи

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні та світі. Нормативно-правове забезпечення розвитку біоенергетичних систем | 6               |
| 2     | Методики оцінювання потенціалу біомаси в агроекосистемах та визначення граничних обсягів її вилучення                                   | 4               |
| 3     | Аналіз сучасних технологічних ліній виробництва біодизеля та їх техніко-економічних показників  | 4               |
| 4     | Особливості експлуатації та адаптації дизельних двигунів до використання біодизельного палива   | 4               |
| 5     | Світовий досвід виробництва біоетанолу з різних видів рослинної сировини  | 4               |
| 6     | Паливні суміші на основі біоетанолу та їх вплив на показники роботи двигунів внутрішнього згоряння                                      | 4               |
| 7     | Методи очищення та збагачення біогазу до якості біометану   | 4               |
| 8     | Когенераційні та тригенераційні установки на біогазі і біометані  | 4               |
| 9     | Технології виробництва паливних брикетів та гранул із соломи та рослинних залишків  | 4               |
| 10    | Світовий досвід вирощування енергетичних культур та їх  | 4               |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
|              | використання для виробництва біопалив  |    |
| 11           | Конструктивні особливості газогенераторів різних типів та порівняння їх технічних характеристик    | 4  |
| 12           | Особливості використання синтез-газу в двигунах внутрішнього згорання та енергетичних установках   | 4  |
| 13           | Сучасні технології швидкого та повільного піролізу біомаси   | 4  |
| 14           | Перспективи використання біовугілля, піролізного газу та піролізної олії в енергетиці              | 4  |
| 15           | Біологічні та термохімічні технології виробництва біоводню   | 4  |
| 16           | Паливні елементи та перспективи використання водню в енергетичних системах                         | 4  |
| 17           | Геотермальні та інші низькопотенційні джерела енергії для теплонасосних систем                     | 4  |
| 18           | Сучасні конструкції вітроенергетичних установок та перспективи розвитку вітроенергетики            | 4  |
| 19           | Системи акумулювання теплоти в геліотермальній енергетиці  | 4  |
| 20           | Світовий досвід впровадження агровольтаїчних систем та оцінювання їх ефективності                  | 4  |
| 21           | Програмні засоби для аналізу життєвого циклу енергетичних систем та обладнання                     | 4  |
| 22           | Методики визначення вуглецевого сліду та оцінювання екологічних впливів біоенергетичних технологій | 4  |
| Всього годин |  | 90 |

## 6. Теми робіт для самостійного виконання:

Наукові основи використання відновлюваної енергетики в аграрному виробництві.

Наукові основи виробництва аграрної продукції та біопалив в агроєкосистемах.

Дослідження впливу діаметра форсунок на інтенсивність перемішування суспензії при виробництві дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки.

Дослідження впливу радіуса розміщення форсунок на інтенсивність перемішування суспензії при виробництві дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки.

Дослідження впливу подачі насоса на інтенсивність перемішування суспензії при виробництві дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки.

Дослідження впливу кута нахилу лопаток на інтенсивність перемішування суспензії при виробництві дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки.

Дослідження впливу конструктивних параметрів гідромеханічної мішалки на кутову швидкість її обертання. Порівняти розрахункові і експериментальні дані.

Дослідження впливу зазору дискової форсунки на параметри установки для виробництва дизельного біопалива.

Дослідження впливу частоти обертання насоса на питому енергомідкість виробництва дизельного біопалива із використанням дискової форсунки.

Дослідження впливу нагріву дизельного біопалива на витрати палива дизельним двигуном.

Дослідження впливу інтенсивності розкладання біомаси на виробництво біогазу.

Дослідження впливу вологості біомаси на виробництво біогазу.

Дослідження впливу густини біомаси на виробництво біогазу.

Дослідження впливу вмісту органічної біомаси в біомасі на виробництво біогазу.

Дослідження впливу вартості дегістату на економічну ефективність виробництва біогазу.

Дослідження впливу вартості дегістату на економічну ефективність виробництва електроенергії із біогазу.

Дослідження впливу рівня заповнення обертового метантенка на рівень його занурення в рідину.

Дослідження впливу рівня заповнення обертового метантенка на відстань від осі обертання метантенка до заданого рівня рідини.

Дослідження впливу розміру фракції палива в газогенераторі на концентрацію CO у деревному газі.

Дослідження впливу подачі повітря в газогенератор на концентрацію CO у деревному газі.

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

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

## **8. Методи навчання:**

- метод проблемного навчання (лекція, дискусія, співбесіда);
- метод практико-орієнтованого навчання (лабораторні 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.

## **9. Оцінювання результатів навчання:**

- екзамен;

- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- тестування за темами;
- захист лабораторних 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>Змістовий модуль 1. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання рідких біопалив</b>                  |  |            |
| Лабораторна робота 1   | Визначити економічну ефективність функціонування агроєкосистем з виробництвом енергії на основі біологічних видів палива   | 12         |
| Лабораторна робота 2   | Виконати розрахунок потреби в біопаливі для заміщення природного газу  | 12         |
| Лабораторна робота 3   | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок обладнання для виробництва дизельного біопалива із використанням гідромеханічної мішалки                                     | 12         |
| Лабораторна робота 4   | Визначити витрати палива під час роботи двигуна внутрішнього згорання на дизельному паливі та біодизелі  | 12         |
| Самостійна робота  | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англomовних джерел   | 22         |
| Модульний контроль   | На основі матеріалу тем 1-4  | 30         |
| <b>Всього за модулем 1</b>   |  | <b>100</b> |
| <b>Змістовий модуль 2. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання газоподібних та твердих біопалив</b> |  |            |
| Лабораторна робота 5   | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок реактора для виробництва біогазу за допомогою типової біогазової установки   | 6          |
| Лабораторна робота 6   | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок біогазової установки із обертовим реактором  | 6          |
| Лабораторна робота 7   | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок котла опалювального водогрійного автоматичного «Дністер» Р6-КОВА   | 6          |
| Лабораторна робота 8   | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок машин для вирощування міскантусу гігантського  | 6          |
| Лабораторна робота 9   | Ознайомитися із конструкцією газогенератора та визначити вплив його конструкційно-технологічних параметрів на концентрацію монооксиду карбону (CO) в деревному газі    | 6          |
| Лабораторна робота 10  | Ознайомитися із конструкцією газогенератора та визначити вплив його конструкційно-технологічних параметрів на концентрацію монооксиду карбону (CO) в солом'яному газі. | 6          |
| Лабораторна робота 11  | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок піролізної установки на деревній біомасі   | 6          |
| Лабораторна робота 12  | Ознайомлення з конструкцією та розрахунок установки для виробництва біоводню   | 6          |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Самостійна робота   | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англомовних джерел                         | 22         |
| Модульний контроль  | На основі матеріалу тем 5-10   | 30         |
| <b>Всього за модулем 2</b>  |  | <b>100</b> |
| <b>Змістовий модуль 3. Проектування, аналіз та оцінювання машин і обладнання для використання енергії низькотемпературних джерел, сонця і вітру</b>   |  |            |
| Лабораторна робота 13   | Ознайомитися із конструкцією вітроустановки та визначити її конструкційно-технологічні параметри.        | 16         |
| Лабораторна робота 14   | Ознайомитися із конструкцією акумуляторної батареї та визначити її конструкційно-технологічні параметри. | 16         |
| Лабораторна робота 15   | Ознайомитися з методикою та виконати енерго-екологічну оцінку об'єкта біоенергетики                      | 16         |
| Самостійна робота   | Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англомовних джерел.                        | 22         |
| Модульний контроль  | На основі матеріалу тем 11-15  | 30         |
| <b>Всього за модулем 3</b>  |  | <b>100</b> |
| <b>Навчальна робота, (M1 + M2 + M3)/3·0,7</b>   |  | <b>70</b>  |
| <b>Додаткові бали</b> (відповіді на контрольні/додаткові питання, зарахування результатів неформальної освіти, інша навчальна робота за темами курсу) |  | <b>10</b>  |
| <b>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 дедлайнів та перескладання</b> | Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність) |
| <b>Політика щодо академічної доброчесності</b>  | Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Письмові роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу                          |
| <b>Політика щодо відвідування</b>               | Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись індивідуально (в  |

## 10. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни:

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1270>

- підручники:

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

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

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

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

- відеоматеріали до лекційних занять:

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

## 11. Рекомендовані джерела інформації

### Базові:

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

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

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

4. Bányai, T., & Veres, P. (Eds). (2023). *Life Cycle Assessment - Recent Advances and New Perspectives*. IntechOpen. 140 p. ISBN 978-1-80356-879-9. <https://doi.org/10.5772/intechopen.107596>

### Допоміжні:

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

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

3. Golub G., Tsyvenkova N., Rogovskii I., Chuba V., Nadykto V., Omarov I., Yarosh Y., Chuba I. Determining the influence of design features in agrivoltaics systems on tracking efficiency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. № 3 (8 (135)). P. 14–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.329837>
4. Golub G., Tsyvenkova N., Nadykto V., Marus O., Kepko O., Omarov I., Holubenko A., Shubenko V., Zayets M. Determining the influence of seasonal tilt angle on efficiency of fixed solar photovoltaic modules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 3 (8 (129)). P. 55–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.306364>
5. Golub G., Tsyvenkova N., Nadykto V., Marus O., Yaremenko O., Omarov I., Holubenko A., Sukmaniuk O., Medvedskyi O. Determining the influence of mounting angle on the average annual efficiency of fixed solar photovoltaic modules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 2 (8 (128)). P. 26–37. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300485>
6. Nadykto V., Golub G., Tsyvenkova N., Kyurchev V., Petrov G., Yarosh Y. Determining vertical oscillations of front-plow tractor without support wheel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 1 (7 (127)). P. 37–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296842>
7. Golub G., Yaremenko O., Kucheruk P., Marus O., Tsyvenkova N., Nadykto V., Chuba V., Yarosh Y. Defining indicators for the anaerobic fermentation process of aquaculture wastewater sediments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 6 (8 (132)). P. 66–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317019>
8. Golub G., Nadykto V., Dvornyk A., Tsyvenkova N., Tsaruk I., Chuba V., Krupa N., Kaminetska O., Chuba I., Omelchenko E. Determining the influence of structural and technological parameters of strip tillage on sunflower vegetation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 5 (1 (131)). P. 72–82. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312973>
9. Golub G., Tsyvenkova N., Yaremenko O., Marus O., Omarov I., Holubenko A. Determining the efficiency of installing fixed solar photovoltaic modules and modules with different tracking options. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 4 (8 (124)). P. 15–25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286464>
10. Golub G., Tsyvenkova N., Kukharets S., Holubenko A., Omarov I. European Green Deal: experimental study of biomass filtration combustion in downdraft gasifier. *Energies*. 2023. Vol. 16. P. 7490. <https://doi.org/10.3390/en16227490>
11. Golub G., Chuba V., Achkevych V., Krushelnytskyi V., Tsyvenkova N. Modelling tractor-soil pressure depending on structural parameters. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 69, № 1. P. 369–378. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-34>
12. Shevchenko I., Golub G., Skydan O., Tsyvenkova N., Marus O. Energy and ecological prerequisites for processing organic livestock waste. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, № 10. P. 87–98. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(10\).2022.87-98](https://doi.org/10.48077/scihor.25(10).2022.87-98)

13. Golub G., Tsyvenkova N., Golub V., Chuba V., Omarov I., Holubenko A. Determining air flow distribution in gas generator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. № 4 (8 (118)). P. 29–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263436>

14. Golub G., Tsyvenkova N., Holubenko A., Chuba V., Tereshchuk M. Investigation of substrate mixing process in rotating drum reactor. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2021. Vol. 63, № 1. P. 51–60. <https://doi.org/10.35633/inmateh-63-05>

15. Golub G., Chuba V., Yarosh Y., Tsyvenkova N. Bioenergy potential of Ukrainian agriculture. *International Journal of Renewable Energy Research*. 2021. Vol. 11, № 3. P. 1–7. <https://doi.org/10.20508/ijrer.v11i3.12144.g8254>

16. Golub G., Tregub M., Holubenko A., Tsyvenkova N., Chuba V., Tereshchuk M. Determining influence of reactor parameters on mixing uniformity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. № 6 (7 (108)). P. 60–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217159>

### **Інформаційні ресурси:**

1. Навчально-інформаційний портал НУБіП України:  
<http://elearn.nubip.edu.ua/>

2. Наукова бібліотека НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/structure/library>

3. Електронні ресурси НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/node/3921>

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету конструювання і дизайну

\_\_\_\_\_ Іван РОГОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” червня 2026 р.

**СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту

імені М.П. Момотенка

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

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Руслан ШАТРОВ

**“РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОПП «Технічний сервіс машин та  
обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

Андрій НОВИЦЬКИЙ

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ В БІОЕНЕРГЕТИЦІ**

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G11 «Машинобудування» (за спеціалізаціями)

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

Факультет конструювання і дизайну

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

Київ – 2026 р.