



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**



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

  
«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан механіко-технологічного факультету  
Вячеслав БРАТІШКО  
“21” вересня 2023 р.

  
«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан факультету конструювання та дизайну  
Зіновій РУЖИЛО  
“12” вересня 2023 р.

«СХВАЛЕНО»  
на засіданні кафедри  
технічного сервісу та інженерного  
менеджменту ім. М.П. Момотенка  
Протокол № 1 від 11 серпня 2023 р.  
Завідувач кафедри  
Іван РОГОВСЬКИЙ

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ПРОЕКТУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ»**

Спеціальність: – 208 «Агроінженерія», 133 – «Галузеве машинобудування»  
Факультет: механіко-технологічний, конструювання та дизайну

Розробник: професор – Голуб Геннадій  
доцент – Наталія Цивенкова

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Проектування біотехнологічних процесів

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>208 – «Агроінженерія» 133 – «Галузеве машинобудування»</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECDS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття	–	
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>	
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	
Індивідуальні завдання	–	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	–	

Робоча програма дисципліни „Проектування біотехнологічних процесів” підготовлена у рамках виконання грантового проекту HEI-TREATY „Nurturing deep tech talents for clean & sustainable energy transition / Розвиток глибоких технологічних талантів для переходу на чисту та стійку енергію” (грантовий договір №101113035, ідентифікатор проекту 230047).

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни є формування у майбутнього фахівця здатності застосовувати набуті знання, уміння, комунікативні навички і спроможності під час вирішення завдань та проблемних питань щодо проектування біотехнологічних процесів та впроваджувати інноваційні технології у професійну діяльність.

# TREATY

**Завдання навчальної дисципліни** – набути знання та практичні навички про біотехнологічні процеси для виробництва біопалив з сільськогосподарської рослинної сировини.

## ***Набуття компетентностей:***

**Інтегральна компетентність (ІК):** Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі агропромислового виробництва та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

**Загальні компетентності (ЗК):**

**ЗК1:** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК4:** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**Фахові (спеціальні) компетентності (СК):**

**СК2:** Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження для створення нових та удосконалення існуючих технологічних систем сільськогосподарського призначення, пошуку оптимальних методів їх експлуатації. Здатність застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, системного аналізу для розв'язування складних задач і проблем сільськогосподарського виробництва.

**СК3:** Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

**СК4:** Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комп'ютерні технології для вирішення професійних завдань.

**СК6:** Здатність проектувати й використовувати мехатронні системи машин і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

**СК7:** Здатність проектувати, виготовляти і експлуатувати технології та технічні засоби виробництва, первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції.

**СК10.** Здатність організовувати виробничі процеси аграрного виробництва на принципах систем точного землеробства, ресурсозбереження, оптимального природокористування та охорони природи; використовувати сільськогосподарські машини та енергетичні засоби, що адаптовані до використання у системі точного землеробства.

**СК11.** Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в виробництві.

**СК12.** Здатність використовувати сучасні принципи, стандарти та методи управління якістю, забезпечувати конкурентоспроможність технологій і машин у виробництві сільськогосподарських культур.

***Програмні результати навчання (ПРН):***

**ПРН10:** Приймати ефективні рішення щодо складу та експлуатації комплексів машин.



ПРН17: Здійснювати управління якістю в аграрній сфері, обґрунтовувати показники якості с.-г. продукції, техніки та обладнання.

**3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**  
- повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Проектування біотехнологічних процесів виробництва рідких біопалив</b>												
<b>Тема 1.</b> Проект TREATY в рамках Ініціативи EIT NEI «Розбудова інноваційного потенціалу вищої освіти». Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. Основні поняття, терміни і визначення.	12	2	2	-	-	8						
<b>Тема 2.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва біодизеля.	12	2	2	-	-	8						
<b>Тема 3.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва біоетанолу.	12	2	2	-	-	8						
<b>Тема 4.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва піролізної олії.	12	2	2	-	-	8						
<b>Разом за модулем 1</b>	48	8	8	-	-	32						
<b>Змістовий модель 2. Проектування біотехнологічних процесів виробництва газоподібних та твердих біопалив</b>												
<b>Тема 5.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва біогазу на теплові потреби та для виробництва електроенергії.	13	2	2	-	-	9						
<b>Тема 6.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва генераторного газу на теплові потреби та для виробництва електроенергії.	13	2	2	-	-	9						
<b>Тема 7.</b> Проектування біотехнологічних процесів виробництва твердих палив на теплові потреби.	16	3	3	-	-	10						
<b>Разом за модулем 2</b>	42	7	7	-	-	28						
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>						

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Навчальним планом не передбачені</i>	

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Навчальним планом не передбачені</i>	

#### 6. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кільк. год.
<b>Модуль 1. Проектування біотехнологічних процесів виробництва рідких біопалив</b>		
ЛР 1	Визначення обсягу сільськогосподарської рослинної сировини, яку можна використати для теплових потреб.	2
ЛР 2	Розробити технологічний процес виробництва біодизеля з рапсової олії. Порівняти технічні характеристики виробленого біодизельного палива з дизельним.	2
ЛР 3	Розробити технологічний процес виробництва біоетанолу з соломи пшениці. Визначити технічні характеристики біоетанолу.	2
ЛР 4	Розробити технологічний процес виробництва піролізної олії з рослинної біомаси аграрного походження. Визначити технічні характеристики виробленої піролізної олії.	2
<b>Модуль 2. Проектування біотехнологічних процесів виробництва газоподібних та твердих біопалив</b>		
ЛР 5	Розробити технологічний процес виробництва біогазу шляхом зброджування гною.	2
ЛР 6	Розробити технологічний процес виробництва генераторного газу з соломи зернових. Визначити склад генераторного газу за допомогою хроматографа.	2
ЛР 7	Розробити технологічний процес та розрахувати параметри гранулятора для виробництва паливних гранул з біомаси.	2
ЛР 8	Розрахувати технологічні параметри опалювального котла для обігріву приміщень.	1
Всього		15

## 7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання рослинної біосировини в технологічних процесах виробництва біопалив.	8
2	Цілі Сталого Розвитку, передбачені підсумковим документом Саміту ООН «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». Законодавча база України з Альтернативної енергетики	8
3	Технологічні процеси виробництва електричної та теплової видів енергії з сонячної енергії.	8
4	Технологічні процеси виробництва електричної та теплової видів енергії шляхом вітрогенерації.	8
5	Технологічні процеси виробництва електричної та теплової видів енергії з геотермальних та гідротермальних джерел енергії.	9
6	Автономні системи опалення та тепlopостачання з використанням теплових насосів.	9
7	Технологічні процеси виробництва енергії з муніципальних звалищ та твердих побутових відходів.	6
8	Інноваційні програми з «Альтернативної енергетики».	4

## 8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Дайте визначення терміну технічна біоенергетика. Вкажіть основні особливості технічної біоенергетики.
2. Які особливості біоенергетичних систем в аграрному виробництві?
3. Які джерела енергії в природі? Які види біомаси в аграрному виробництві?
4. Дайте визначення терміну біогаз.
5. Назвіть основні види твердого біопалива.
6. Які види рідких біопалив можливо отримати в аграрному виробництві?
7. Який вид виробництва є безвідходним?
8. Яку роль енергоресурси відіграють у виробництві?
9. Яку роль енергоресурси відіграють у житлово-комунальному господарстві?

# TREATY

10. Який рівень споживання енергоресурсів у сільськогосподарському виробництві України?
11. Які об'єкти біоенергетичних систем в аграрному виробництві?
12. У яких напрямках повинен здійснюватися розвиток виробництва та використання біопалива?
13. В чому сутність концепції диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалива в агроєкосистемах?
14. Які блоки входять в структурну схему агроєкосистеми із виробництвом біопалив?
15. Назвіть напрямки диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив в агроєкосистемах. Чим обмежено використання енергетичного потенціалу біомаси в аграрному виробництві?
16. Які основні механіко-технологічні особливості виробництва біопалива та отримання енергії в межах агроєкосистеми?
17. Які основні переваги і недоліки виробництва і використання біогазу в аграрному виробництві?
18. Які основні переваги виробництва теплової енергії із сировини сільськогосподарського походження?
19. В чому полягають складнощі та переваги виробництва рідкого біопалива в аграрному виробництві?
20. Від чого залежать граничні значення обсягів сировини для виробництва біопалива?
21. Який вклад виробництва біопалив у структурі надходжень коштів та прибутків від виробництва сільськогосподарської продукції?
22. Які основні операції технологічного процесу при використанні промислової технології виробництва рослинної олії?
23. Які технологічні операції відсутні в агропромисловій технології виробництва дизельного біопалива у порівнянні з промисловою?
24. Опишіть технологічну схему агропромислового виробництва дизельного біопалива із використанням двохступінчатого віджимання олії.
25. Які основні операції технологічного процесу отримання дизельного біопалива?
26. Які основні переваги невеликих заводів для агропромислового виробництва дизельного біопалива?
27. Як може бути визначена ціна олії другого (гарячого) віджимання в залежності від ціни олії першого (холодного) віджимання у випадку, коли коефіцієнти виходу олії першого (холодного) та другого (гарячого) віджимання однакові?
28. Які основні недоліки застосування двохступеневої схеми виробництва рослинної олії?

# TREATY

29. Які основні недоліки існуючих установок для виробництва дизельного біопалива?
30. Від яких речовин необхідно очищати дизельне біопаливо?
31. Які реактори застосовуються для виробництва дизельного біопалива? Охарактеризуйте їх.
32. Які основні переваги невеликих заводів для агропромислового виробництва дизельного біопалива?
33. За рахунок чого досягається економічна ефективність виробництва дизельного біопалива? Від яких факторів залежить собівартість виробництва дизельного біопалива?
34. Який вид перемішування суміші рослинної олії та метилату калію найефективніший?
35. Що являє собою процес естерифікації?
36. За якими показниками оцінюють якість виробленого дизельного біопалива?
37. Як змінюється кінематична в'язкість дизельного біопалива в залежності від концентрації метилату калію?
38. Як змінюється температура спалаху дизельного біопалива в залежності від часу його відстоювання з доступом повітря?
39. Як визначається коефіцієнт виходу дизельного біопалива?
40. Як визначається продуктивність процесу естерифікації рослинної олії в дизельне біопаливо?
41. Як визначаються питомі витрати електроенергії на виробництво дизельного біопалива?
42. Опишіть роботу обладнання для виробництва дизельного біопалива з використанням гідромеханічного перемішування. Як залежать оберти гідромеханічної мішалки від частоти струму, що подається на електродвигун?
43. Яка головна технічна проблема широкого впровадження дизельного біопалива?
44. У чому головна відмінність дизельного біопалива від дизельного палива?
45. У чому головні переваги дизельного біопалива порівняно з дизельним паливом?
46. Які основні недоліки дизельного біопалива, котрі важко усунути тим чи іншим способом у процесі виробництва?
47. У чому полягають основні відмінності дизельного палива виробленого із різних рослинних олій?
48. Як змінюється при застосуванні дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом потужність і крутний момент, який розвиває двигун?



# TREATY

49. Як змінюється при застосуванні дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом питома і годинна витрата палива?
50. За рахунок чого підвищення температури дизельного біопалива перед впорскуванням покращує його згорання?
51. Який ефективний діапазон використання дизельного біопалива, при якому кінематична в'язкість не буде суттєво впливати на роботу дизельного двигуна для сумішей з дизельним паливом та чистого дизельного біопалива?
52. Опишіть систему двоступеневого підігріву дизельного біопалива.
53. При якій температурі нагріву дизельного біопалива досягається його мінімальна витрата?
54. Охарактеризуйте залежність питомої витрати палива від навантаження двигуна при використанні дизельного палива, дизельного біопалива без нагріву та із застосуванням нагріву палива.
55. Охарактеризуйте залежність питомих викидів чадного газу від навантаження двигуна при використанні дизельного палива, дизельного біопалива без нагріву та із застосуванням нагріву палива.
56. Охарактеризуйте залежність питомих викидів вуглеводневих сполук від навантаження двигуна при використанні дизельного палива, дизельного біопалива без нагріву та із застосуванням нагріву палива.
57. Охарактеризуйте залежність питомих викидів оксидів азоту від навантаження двигуна при використанні дизельного палива, дизельного біопалива без нагріву та із застосуванням нагріву палива.
58. Як впливає використання системи двоступеневого підігріву дизельного біопалива на перевитрату дизельного біопалива у порівнянні з дизельним паливом нафтового походження?
59. Яких основних правил доцільно дотримуватися при використанні дизельного біопалива?
60. Які основні профілактичні роботи необхідно виконати перед початком експлуатації двигуна на дизельному біопаливі?
61. За рахунок чого досягається економічна ефективність застосування дизельного біопалива?
62. Як визначається витрата палива при роботі дизельного двигуна за допомогою обкатувально-гальмівного стенд
63. Яку речовину називають біоетанолом? Дайте характеристику біоетанолу? Чим відрізняється біоетанол від етанолу?
64. Вкажіть основні етапи технологічного процесу виробництва біоетанолу. Для чого потрібне зневоднення біоетанолу? Який вихід біотеналу із основних сільськогосподарських культур?
65. Що являє собою дистиляційна колона?
66. Що являє собою ректифікаційна колона?

# TREATY

67. Опишіть технологію отримання біоетанолу із крохмлевмісної сировини.
68. Опишіть технологію отримання біоетанолу із цукровмісної сировини.
69. Опишіть технологію отримання біоетанолу із цюлюлозовмісної сировини.
70. Опишіть технологічну схему виробництва спирту із крохмалевмісної сировини?
71. В чому сутність технології отримання біоетанолу із водоростей?
72. Які способи зневоднення біоетанолу Ви знаєте?
73. Що таке молекулярне сито?
74. Які країни є лідерами у виробництві біоетанолу? Назвіть основні напрямки використання біоетанолу.
75. Як проходить зброджування сировини при виробництві біоетанолу?
76. Розкрийте сутність технологічного процесу оцукрювання сировини при виробництві біоетанолу.
77. Розкрийте сутність ензиматичного методу виробництва біоетанолу.
78. Які шляхи зменшення витрати води на приготування замісів при виробництві біоетанолу?
79. Про що свідчить аналіз фізико-хімічних властивостей біоетанолу?
80. Які основні переваги використання біоетанолу в якості моторного палива?
81. Які основні переваги використання біоетанолу в якості добавки до бензину?
82. Які основні недоліки використання біоетанолу в двигунах?
83. Чим обумовлені перспективи використання біоетанолу у світі? Чи є перспективи використання біоетанолу в Україні?
84. Що Ви знаєте про використання біоетанолу в США, Бразилії, Євросоюзу?
85. Які особливості багатопаливного двигуна системи FFV?
86. На яких сумішах бензину з біоетанолом можуть працювати звичайні двигуни внутрішнього згорання?
87. Що потрібно змінити порівняно з роботою на бензині при збільшенні вмісту біоетанолу в паливній суміші?
88. Розкрийте особливості використання біоетанолу в двигунах внутрішнього згорання?
89. Які види палива із вмістом біоетанолу Ви знаєте? Назвіть їх марки.
90. Які особливості двигунів, що використовують біоетанол?

# TREATY

91. Які способи подолання недоліків використання біоетанолу в двигунах?
92. Які переваги і ризики використання біоетанолу в двигунах?
93. При яких значеннях кута випередження запалення досягається мінімальна витрата бензину із 10% та 20% добавкою біоетанолу?
94. Яка перевитрата палива порівняно з штатним бензином при оптимальному значенні кута випередження запалення за умови живлення автомобіля бензином із 10% та 20% добавкою біоетанолу?
95. Наскільки сумарні масові викиди, зведені до CO, при живленні бензином з 10% та 20% добавкою біоетанолу менші порівняно з бензином?
96. Наскільки збільшується годинна та питома витрата палива при застосуванні суміші з вмістом 10% біоетанолу?
97. Яке повинно бути співвідношення вуглецю і азоту у компостній суміші?
98. Які бувають способи анаеробної ферментації?
99. Як система видалення і переробки гною впливає на обсяги гноєсховищ?
100. Що таке біогаз? Завдяки якому процесу утворюється біогаз?
101. Чим біогаз, вироблений із біомаси, відрізняється від природного газу?
102. З якої сировини може вироблятися біогаз?
103. Охарактеризуйте сучасний стан біогазових технологій. Чому виробництво біогазу є однією з безвідходних технологій?
104. Які два основні види підготовки і бродіння сировини використовуються у біогазових технологіях?
105. Охарактеризуйте мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу. Скільки груп бактерій бере участь у виробництві біогазу? Назвіть їх.
106. Дайте класифікацію метаноутворюючим бактеріям за температурним режимом.
107. Які основні елементи конструкції мають твердофазні біогазові установки?
108. Які основні показники твердофазного бродіння в існуючих біореакторах?
109. Які основні недоліки рідкофазних біогазових реакторів?
110. Чим обумовлена низька ефективність процесу виділення метану під час твердофазного бродіння?
111. Які основні елементи конструкції мають рідкофазні біогазові установки?
112. Охарактеризуйте першу та другу стадії анаеробного зброджування біомаси.
113. Який масовий вихід метану та вуглекислого газу під час анаеробної ферментації 1 кг органічної речовини?

# TREATY

114. Який основний напрям інтенсифікації процесу рідкофазного зброджування біомаси гною?
115. В яких межах повинна бути вологість біомаси при використанні рідкофазного анаеробного зброджування?
116. Чим обумовлена нижня межа вологості біомаси при використанні рідкофазного анаеробного зброджування?
117. Чим обумовлена верхня межа вологості біомаси при використанні рідкофазного анаеробного зброджування?
118. Які основні типи мішалок використовуються для перемішування біомаси при рідкофазному анаеробному зброджуванні?
119. Який вихід біогазу можна отримати з 1 т біомаси при рідкофазному анаеробному зброджуванні?
120. Який питомий вихід біогазу мають сучасні рідкофазні біогазові установки?
121. Який максимальний рівень розкладу органічної речовини біомаси під час рідкофазного анаеробного зброджування?
122. Які основні переваги та недоліки сучасних біогазових установок?
123. Які основні переваги та недоліки обертового біогазового реактора?
124. Як визначається потужність, яка споживається приводним електродвигуном обертового біогазового реактора із електричної мережі?
125. Які є методи зниження споживаної потужності на обертання реакторів?
126. Поясніть вплив коефіцієнта занурення заповненого обертового метантенка на потужність приводного механізму.
127. Чим обумовлено коливання споживаної електричної потужності під час роботи обертового реактора?
128. Як перемішування впливає на вихід біогазу?
129. Які основні елементи конструкції біогазової установки?
130. Які основні методи зниження витрат енергії при роботі біогазової установки?
131. Яка роль інокуляції біомаси при роботі біогазової установки?
132. Яким чином здійснюють інокуляцію біомаси при роботі біогазової установки?
133. Розкажіть про будову та принцип роботи біогазової установки.
134. Як визначити виробничу собівартість виробництва біометану?
135. Який основний технологічний показник виробництва визначає економічну ефективність виробництва біометану?
136. Яка собівартість виробництва біометану без урахування вартості органічних добрив?
137. Які способи отримання теплової енергії із біогазу Ви знаєте?

# TREATY

138. Назвіть види газових пальників. Чим відрізняється пальник котла призначеного для спалювання біогазу?
139. Чим відрізняється кухонна плита, що працює на біогазі?
140. Розкажіть про призначення та класифікацію газових котлів. З яких основних елементів складається газовий котел?
141. Чим обумовлені відмінності пальників що працюють на біогазі від пальників що працюють на природному газі?
142. Який газ називають біометаном? Назвіть основні способи використання біометану.
143. Назвіть основні вимоги до якості біометану. Назвіть основні етапи очищення та збагачення біометану.
144. Скажіть за яких умов можливе постачання біогазу в загальну мережу природного газу?
145. Яким чином здійснюється видалення сірководню із біогазу?
146. Як відбувається осушення біогазу?
147. Який процес називають збагаченням біогазу? Для чого необхідно проводити очищення та збагачення біогазу?
148. Що називають когенерацією? Що називають когенератором?
149. Що являє собою когенераційна установка для переробки отриманого біогазу?
150. Яким чином можна забезпечити нагрів біомаси у біогазових реакторах?
151. Як визначити виробничу собівартість виробництва електроенергії на основі біометану?
152. Який показник дизель-генератора визначає економічну ефективність виробництва електроенергії на основі біометану?
153. Яка потреба в біомасі для отримання  $1\text{ м}^3$  біометану за час зброджування?
154. Яка потреба в біомасі для отримання  $1\text{ кВт}\cdot\text{год.}$  електроенергії за час зброджування?
155. Яка собівартість виробництва електроенергії на основі біометану? Який орієнтовний термін окупності біогазових установок?
156. Що являє собою «зелений» тариф та яке він має відношення до роботи біогазових установок?
157. Які існують технології спалювання твердого біопалива? Охарактеризуйте їх.
158. Охарактеризуйте технологічний ланцюг використання соломи для енергетичного використання.
159. Назвіть способи використання соломи зернових як енергоресурсу.
160. Які типи прес-підбирачів Вам відомі? Назвіть основні характеристики тюків соломи.

# TREATY

161. Навіщо застосовується гранулювання біопалива?
162. Дайте визначення поняття "паливні гранули". Охарактеризуйте паливні гранули.
163. Охарактеризуйте технологію виробництва паливних гранул (пеллет) із соломи.
164. Охарактеризуйте технологію виробництва паливних брикетів із соломи.
165. Чому тверде біопаливо практично нейтральне щодо зростання парникового ефекту?
166. Назвіть переваги та недоліки основних способів отримання енергії із біомаси.
167. Що є найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси?
168. Вкажіть середню теплотворну здатність видів біомаси сільськогосподарського походження.
169. Яке основне обладнання входить до складу лінії із виробництва паливних гранул?
170. Яке основне обладнання входить до складу лінії із виробництва паливних брикетів?
171. Якими параметрами характеризуються паливні гранули та брикети.
172. Назвіть умови, що необхідні для ефективного спалювання біомаси.
173. Вкажіть, на які групи можна розділити твердопаливні котли виходячи з особливостей технологій спалювання біомаси.
174. Вкажіть особливості традиційних твердопаливних котлів.
175. Які види котлів для спалювання біомаси сільськогосподарського походження виробляють в Україні?
176. Вкажіть особливості роботи автоматичних котлів.
177. Вкажіть із яких міркувань виконується підбір потужності котла для опалення.
178. Які труднощі виникають при спалюванні рослинної біомаси?
179. Для чого призначений газоаналізатор?
180. Від чого залежить вміст CO у димових газах твердопаливного котла?
181. Яка роль енергетичних культур у зменшенні викидів парникових газів?
182. Які види енергетичних рослин Ви знаєте? Як класифікують енергетичні рослини?
183. Які енергетичні культури називають трав'янистими, деревоподібними тощо?

# TREATY

184. Назвіть основні характеристики міскантуса та верби енергетичної.
185. Опишіть такі енергетичні культури як сільфій, очерет та сорго.
186. Які способи садіння енергетичних культур Ви знаєте?
187. Які машини використовують для садіння та збирання енергетичних культур?
188. Які особливості догляду за плантаціями енергетичних культур?
189. Як енергетичні культури впливають на ефективність функціонування аграрного виробництва?
190. Назвіть основні напрямки використання енергетичних культур?
191. Які види біопалива можна отримати із енергетичних культур?
192. Які переваги та недоліки вирощування енергетичних культур в умовах аграрного виробництва?
193. Що таке картограма розміщення потенціалів енергетичної сировини?
194. Як розрахувати координати ефективного розміщення підприємства із виробництва паливних гранул?
195. Із яких основних елементів складається гранулятор?
196. Що має вплив на споживану потужність гранулятора?

## **9. Методи навчання**

Вивчення дисципліни передбачає такі види занять: лекції, лабораторні і практичні роботи та самостійну роботу.

Лекція використовується як словесний метод у комбінації із наочними методами ілюстрації (слайди до лекцій) та демонстрації (відеофільми). При цьому використовуються активні методи навчання, коли активний не тільки викладач, але й студенти. Під час діалогів розвиваються комунікативні здатності, уміння вирішувати проблеми колективно, розвивається мова студентів. Активні методи навчання спрямовані на залучення студентів до самостійної пізнавальної діяльності, викликають прагнення до рішення пізнавальних завдань, створюють передумови застосування студентами отриманих знань. Предметом дискусій можуть бути не тільки змістовні проблеми, але й моральні, а також міжособистісні відносини студентів. Дискусійні методи виступають як засіб не тільки навчання, але й виховання. Прийоми візуалізації інформації дозволяють переводити навчальну інформацію у візуальну форму й підвищити швидкість обробки й засвоєння матеріалу.

Під час лабораторних робіт використовуються практичні методи, а саме досліди із використанням спеціалізованого обладнання. Під час практичних робіт використовуються практичні методи, в саме розрахунки параметрів машин і обладнання.

# TREATY

Самостійна робота в аудиторії поєднується із консультуванням викладача. Під час самостійної роботи студенти реалізують прагнення самостійно мислити, знаходити свій підхід до рішення завдання, бажання самостійно одержати знання, формувати критичний підхід до судження інших і незалежність власних суджень.

Під час навчання використовуються прийоми стимуляції й мотивації навчання, що дозволяє підвищити інтерес до навчання й усвідомленість засвоєння навчального матеріалу.

Оскільки діяльність студентів носить алгоритмічний характер, тобто виконується за інструкціями, приписаннями, правилами в аналогічних, подібних з показаним зразком ситуаціях, діяльність студентів організовується за кількарізковим відтворенням засвоєваних знань. Для цього використовуються лабораторні, практичні роботи, контроль знань.

Під час навчання викладачем проводиться аналіз матеріалу, постановка проблем і завдань і проводиться короткий усний або письмовий інструктаж студентів. Студенти самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри й виконують інші дії пошукового характеру. При цьому найбільш повно проявляються ініціатива, самостійність, творчий пошук у дослідницькій діяльності, а сама навчальна робота безпосередньо переростає в наукове дослідження.

## 10. Форми контролю

### *Принципи організації контролю й оцінки знань студентів:*

- принцип індивідуального характеру перевірки й оцінки знань студентів передбачає індивідуальну роботу викладача з кожним студентом, врахування його індивідуальних особливостей;
- принцип систематичності і системності перевірки й оцінки знань впливає на здійснення контролю протягом усього періоду навчання студента;
- принцип тематичності стосується усіх ланок перевірки і передбачає оцінку навчальної діяльності студентів за семестр чи навчальний рік, і з кожної теми;
- принцип диференційованої оцінки успішності навчання студентів передбачає здійснення оцінки успішності на основі різнорівневого підходу;
- принцип єдності вимог викладачів до студентів передбачає урахування кафедрами і викладачами діючих загальнодержавних стандартів;
- принцип об'єктивності – це систематичний аналіз результатів міжсесійного контролю і показників успішності за єдиними критеріями з метою своєчасного здійснення заходів для поліпшення організації і змісту навчально-виховного процесу, підвищення ефективності і якості аудиторних і самостійних занять студентів;



# TREATY

– принцип гласності передбачає доведення результатів контролю до відома студентів.

При виставленні студентові оцінки враховується:

- характер засвоєння вже відомого знання (рівень усвідомлення, міцність запам'ятовування, обсяг, повнота і точність знань);
- якість виявленого студентом знання (логіку мислення, аргументацію, послідовність і самостійність викладу, культуру мовлення);
- ступінь оволодіння вже відомими способами діяльності, уміннями і навичками застосування засвоєних знань на практиці;
- оволодіння досвідом творчої діяльності;
- якість виконання роботи (зовнішнє оформлення, темп виконання, ретельність і т.ін.).

Оцінки «відмінно» заслуговує студент, який виявив всебічні, систематичні і глибокі знання навчально-програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною і додатковою літературою. Як правило, оцінка «відмінно» виставляється студентам, які засвоїли взаємозв'язок основних понять, виявили творчі здібності в розумінні і використанні навчально-програмового матеріалу.

Оцінки «добре» заслуговують студенти, які виявили повне знання навчально-програмового матеріалу і успішно виконують передбачені програмою завдання, засвоїли основну літературу, рекомендовану програмою. Як правило, оцінки «добре» виставляється студентам, які засвідчили систематичний характер знань із дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення і оновлення у ході подальшої навчальної роботи і професійної діяльності.

Оцінки «задовільно» заслуговує студент, що виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за професією, який справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, ознайомлений з основною літературою, рекомендованою програмою. Оцінка «задовільно» виставляється студентам, що припустилися огріхів у відповіді на іспиті і при виконанні екзаменаційних завдань, але продемонстрували спроможність усунути ці огріхи.

Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, який виявив прогалини у знаннях основного навчально-програмового матеріалу, припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» ставиться студентам, які неспроможні продовжити навчання чи приступити до професійної діяльності після закінчення ВНЗ без додаткових занять із відповідної дисципліни.

Об'єктом оцінювання мають бути структурні компоненти навчальної діяльності (учіння), а саме:

# TREATY

1. Змістовий компонент – знання про об’єкт вивчення (уявлення, поняття, явище тощо, в т.ч. про правила, засоби його перетворення, вимоги до результату; складові та послідовність виконання завдання як одиниці навчальної діяльності і т.д.). Обсяг знань визначений навчальними програмами, державними стандартами. При оцінюванні підлягають аналізу такі характеристики знань: повнота; правильність; логічність; усвідомленість (розуміння, виокремлення головного і другорядного), вербалізація – словесне оформлення у вигляді відтворення (переказ, пояснення); застосування знань (адекватність, самостійність в умовах новизни (за зразком, аналогічні, відносно нові)).

2. Операційно-організаційний компонент – дії, способи дій (вміння, навички): предметні (відповідно до програм із навчальних предметів); розумові (порівнювати, абстрагувати, класифікувати, узагальнювати тощо); загально-навчальні (аналізувати, планувати, організовувати, контролювати процес і результати виконання завдання, діяльності в цілому; вміння користуватися підручником та іншими доступними джерелами інформації). Підлягають аналізу й такі характеристики дій, способів дій, діяльності: – правильність виконання; – самостійність виконання в умовах новизни (за зразком, аналогічні і відносно нові); – надання допомоги: практичної (спільне виконання дії викладачем і студентом; показ, надання зразка); вербальної (повторний інструктаж, пояснення, запитання, підказка, вказівка); загальної (стимулювання, підтримка, схвалення, активізація уваги); – усвідомленість способу виконання – розуміння та словесне оформлення: відтворення (переказ), пояснення, застосування в умовах новизни (за зразком, аналогічні, відносно нові).

3. Емоційно-мотиваційний компонент – ставлення до навчання. Аналізуються такі його характеристики:

– характер і сила (байдуже, недостатньо виразне позитивне, зацікавлене, виразне позитивне);

– дієвість (від споглядального (пасивного) до дійового);

– сталість (від епізодичного до сталого).

З даної дисципліни передбачено поточний контроль успішності студентів, а також підсумковий та заключний контроль. Підсумковий контроль являє собою іспит студентів з метою оцінки їх знань і навиків у відповідності до моделі фахівця. Основна мета іспитів – встановлення дійсного змісту знань студентів за обсягом, якістю і глибиною і вміннями застосовувати їх у практичній діяльності.

З даної дисципліни підсумковий контроль (атестація) проводиться у формі іспиту, який складаються студентами у письмовій формі за тестовими технологіями за білетами, затвердженими кафедрою з наступним виставленням національної оцінки та оцінки ECTS. Викладач також оцінює конспект студента.

# TREATY

*Консультації з контрольними функціями* проводяться за двома основними різновидами:

а) консультації, на яких викладач перевіряє конспекти першоджерел, самостійну роботу студентів з літературою, допомагає студентам сформулювати необхідні узагальнення;

б) консультації – для студентів, які пропустили лекції, семінарські заняття.

Мета більшості консультацій – допомогти студентам розібратись у складних питаннях, вирішити ті з них, у яких студенти самостійно розібратись не можуть. Одночасно консультації надають можливість проконтролювати знання студентів, скласти правильне уявлення про перебіг і результати навчальної роботи.

**Контроль на лекції.** Поточний контроль на лекції покликаний привчити студентів до систематичної проробки пройденого матеріалу і підготовки до майбутньої лекції, встановити ступінь засвоєння теорії, виявити найбільш важкі для сприйняття студентів розділи з наступним роз'ясненням їх.

**Поточний контроль на лабораторно-практичних заняттях** проводиться шляхом захисту звіту з лабораторної або практичної роботи та оцінкою активності студента у процесі занять, внесених пропозицій, оригінальних рішень, уточнень і визначень, доповнень попередніх відповідей.

**Контроль у позанавчальний час** передбачає перевірку виконання індивідуальних завдань, конспектів лекцій, рефератів (по частині лекційного курсу, який проробляється самостійно), науково-дослідних і контрольних робіт. Оцінюються якість і акуратність виконання, точність і оригінальність рішень, перегляд спеціальної літератури, наявність елементів дослідження, виконання завдання у встановленому обсязі відповідно до заданих строків. Доцільним є також проведення навчальних конкурсів і олімпіад на кращого знавця дисципліни, краще ведення конспекту, краще виконання лабораторних і, особливо, навчально-дослідних робіт. Контрольні заходи, що проводяться лектором на потоці і у позанавчальний час, крім загальної мети, яка переслідує об'єктивну атестацію студентів, дають лектору дані для оцінки рівня роботи його асистентів, які ведуть лабораторно-практичні заняття. 10.

## **11. Розподіл балів, які отримують студенти.**

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1. «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол №7).

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{ДИС}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації  $R_{\text{АТ}}$  (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  
 $R_{\text{ДИС}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

## 12. Навчально-методичне забезпечення

1. 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.

2. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві / Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець С.М., Ярош Я.Д., Чуба В.В., Медведський О.В., Цивенкова Н.М., Соколовський О.Ф., Кухарець В.В.; за ред. О.В. Скидана і Г.А. Голуба. Київ-Житомир: НУБіП України-ЖНАЕУ, 2018. 320 с.

3. Машини та обладнання для біоенергетики: навч. посіб. / 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.

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

## 13. Рекомендовані джерела інформації

### – основна:

1. Біодизель та біоетанол. Серія навчально-методичних матеріалів, модуль 6 / Дубровін В.О., Голуб Г.А., Поліщук В.М. та ін. К.: ЮНІДО, 2015. 52 с.

2. Біогаз. Серія навчально-методичних матеріалів, модуль 7 / Голуб Г.А., Дубровін В.О., Поліщук В.М. та ін. К.: ЮНІДО, 2015. 48 с.

3. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій / За ред. д-ра техн. наук, проф. Г. А. Голуба. К.: НУБіП України, 2015. 119 с.

4. Виробництво та використання дизельного біопалива. Механіко-технологічні основи: монографія / за ред. Г. А. Голуба. К.: НУБіП України, 2017. 340 с.

5. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навчальний посібник / за ред. Г.А. Голуба. К.: НУБіП України, 2017. 229 с.
6. Виробництво і використання біопалив в агроecosистемах. Механіко-технологічні основи: монографія / Голуб Г. А., Кухарець С.М., Чуба В. В., Марус О.А.; за ред. Г. А. Голуба. К.: НУБіП України, 2018. 254 с.
7. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник. К. : НТУУ «КПІ», 2012. 492 с.
8. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: підручник. К.: Варта. 2006. 280 с.
9. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Маслота ін. К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
  - **допоміжна:**
13. Golub G.A., Skydan O.V., Kukharets S.M., Marus O.A. Substantiation of motion parameters of the substrate particles in the rotating digesters. INMATEH-Agricultural Engineering, 2019, vol. 57, no. 1, 179-186.
14. Golub G., Chuba V., Yarosh Y.. The study of the biofuel-operated diesel engine with heating. – International Journal of Renewable Energy Research, 2019, vol. 9, no. 3, 1283-1290.
15. G. Golub, O. Marus V. Chuba, M. Pavlenko. Research of the hydro-mechanical mixer parameters for diesel biofuel production with using Box-Benghken experiment plan. – Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 2019, vol. 21, no. 4, 121–131.
16. Golub G.A., Chuba V.V., Marus O.A. Modeling of transition processes and fuel consumption by machine-tractor unit using biofuel. – INMATEH-Agricultural Engineering, 2019, vol. 58, no. 2, 45-56.
17. Golub G., Kukharets S., Zavadzka O., Marus O. Determination of the rate of organic biomass decomposition in biogas reactors with periodic loading. – International Journal of Renewable Energy Research, 2019, vol. 9, no. 4, 1741-1750. <http://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/10163>

18. Golub G.A., Skydan O.V., Kukharets V.V., Yarosh Y.D., Kukharets S.M. The estimation of energetically self-sufficient agroecosystem's model. – Journal of Central European Agriculture, 2020, 21 (1), 168-175. DOI: /10.5513/JCEA01/21.1.2482
19. G. Golub, S. Kukharets, O. Skydan, Y. Yarosh, V. Chuba, V. Golub. The optimization of the gasifier recovery zone height when working on straw pellets. – International Journal of Renewable Energy Research, 2020, vol. 10, no. 2, 529-536. <http://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/10547>
20. Kukharets S.M., Golub G.A., Skydan O.V., Yarosh Y.D., Kukharets M.M. Justification of air flow speed in the oxidation area of a gasifier in case of straw pellets using. – INMATEH-Agricultural Engineering, 2020, vol. 60, no. 1, 37-44. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-04>
21. 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, no. 1, 51-60. DOI: <https://doi.org/10.356.33/inmateh-63-05>
22. G. Golub, V. Chuba, V. Lutak, Ya. Yarosh, S. Kukharets. Researching of indicators of agroecosystem without external energy supply. – Journal of Central European Agriculture, 2021, 22 (2), 397-407. DOI: /10.5513/JCEA01/22.2.3076
23. G. Golub, V. Lutak, O. Kepko, O. Marus, O Yaremenko. Determining impact of difference in price of liquid manure and degestate on production costs of biomethane and electricity. – Proceedings of the 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 2021, Jelgava, Latvia, May 26-28, 2021, 314-319. DOI: 10.22616/ERDev2021.20.TF067
24. G. Golub, V. Chuba, N. Tsyvenkova, O. Marus, Y. Yarosh. Bioenergy potential of Ukrainian agriculture. – International Journal of Renewable Energy Research, 2021, vol. 11, no. 3, 1223-1229.
25. G. Golub, N. Tsyvenkova, V. Golub, V. Chuba, I. Omarov, A. Holubenko. Determining the effect of the structural and technological parameters of a gas blower unit on the air flow distribution in a gas generator. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022, 4/8 (118), Energy-saving technologies and equipment, 29-43. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263436
26. S. Kukharets, G. Golub, M. Wrobel, O. Sukmaniuk, K. Mudryk, T. Hutsol, A. Jasinkas, M. Jewiarz, J. Cesna and I. Horetska. A Theoretical Model of the Gasification Rate of Biomass and Its Experimental Confirmation. – Energies, 2022, vol. 15, issue 20, 7721. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15207721>
27. Shevchenko, G. Golub, O. Skydan, N. Tsyvenkova, O. Marus. Energy and Ecological Prerequisites for the Choice of Technologies for Processing Organic Livestock Waste. – [Scientific Horizons](#), 2022, vol. 25 (10), 87-98.