

9

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**


Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Декан факультету  
конструювання та дизайну  
Зіновій РУЖИЛО  
“ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.




**«СХВАЛЕНО»**  
на засіданні кафедри  
тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів  
Протокол № 15 від 29.05.2023 р.

Завідувач кафедри  
Євген КАЛІНІН



**«РОЗГЛЯНУТО»**  
Гарант ОП  
«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
Юрій РОМАСЕВИЧ



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Проектування машин і обладнання в  
біоенергетиці»**

Освітня програма – «Машини та обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: доцент – Наталія Цивенкова

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### «Проектування машин і обладнання в біоенергетиці»

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>133 – «Галузеве машинобудування»</i>	
Освітня програма	<i>Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва</i>	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова за спеціальністю	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECDS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	15	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	15	
Самостійна робота	90	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		
– аудиторних	2 год.	
– самостійної роботи студента	6 год.	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета навчальної дисципліни** «Проектування машин і обладнання в біоенергетиці» – здобути на рівні магістра теоретичні знання та практичні навички з проблеми проектування машин і обладнання в біоенергетиці, обґрунтовувати і використовувати системи машин і обладнання для виробництва та використання біопалив.

**Завдання навчальної дисципліни** – набути знання та практичні навички щодо проектування машин і обладнання для виробництва біопалив. Набуті знання з даної дисципліни необхідні для послідувочого виконання дипломної роботи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні компетентності:

*Набуття компетентностей:*

**Загальні компетентності:**

**ЗК1:** Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

**ЗК2:** Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК4:** Здатність бути критичним та самокритичним.

**ЗК5:** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

**ЗК6:** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

**ЗК7:** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**ЗК8:** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**Фахові компетентності:**

**СК2:** Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

**СК3:** Здатність створювати нову техніку і технології в галузі механічної інженерії.

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

**Програмні результати навчання:**

**ПРН2:** Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

**ПРН6:** Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію підприємств галузевого машинобудування.

**3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

- повного терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		о	л	п	лаб	інд		с.р.	о	л	п	лаб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<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.	18	3	-	3	-	12	-	-	-	-	-	-
<b>Тема 2.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва дизельного біопалива.	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-
<b>Тема 3.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва та використання біоетанолу.	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	52	7	-	7	-	38	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модель 2 Проектування машин і обладнання для виробництва і використання газоподібних та твердих біопалив</b>												
<b>Тема 4.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біогазу	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-
<b>Тема 5.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання ГГЗ	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-

рослинної с.-г. сировини												
<b>Тема 6.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання піролізної олії з рослинної с.-г. сировини.	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-
<b>Тема 7.</b> Проектування машин і обладнання для виробництва і використання ТБ з рослинної с.-г. сировини	17	2	-	2	-	13	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	68	8		8		52	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	15		15		90	-	-	-	-	-	-

### **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 та житлово-комунальному господарстві. Споживання енергоресурсів у аграрному виробництві. Об'єкти біоенергетичних систем в АПК. Термінологія щодо базових об'єктів біоенергетичних систем в аграрному виробництві. Концепція диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалива в агроекосистемах. Встановлення граничних обсягів сировини для виробництва біопалива в агроекосистемах.

#### **Тема 2. Проектування машин і обладнання для виробництва дизельного біопалива.**

Технологія агропромислового виробництва олії та дизельного біопалива. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва дизельного біопалива. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва дизельного біопалива. Економічна ефективність проектних рішень.

#### **Тема 3. Проектування машин і обладнання для виробництва та використання біоетанолу.**

Сучасні тенденції у виробництві та використанні біоетанолу. Технологічні схеми виробництва та використання біоетанолу. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва та використання біоетанолу. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва та використання біоетанолу. Економічна ефективність проектних рішень.

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

#### **Тема 4. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання біогазу.**

Сучасні тенденції розвитку технологій видалення та використання гною. Аналіз метаноутворення в біогазових установках. Кінетика збродження органічної маси в біогазових установках. Технологічні схеми виробництва та використання біогазу. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва та використання біогазу. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва та використання біогазу. Економічна ефективність проектних рішень.

**Тема 5. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання генераторного газу з рослинної сільськогосподарської сировини.**

Сучасні тенденції у виробництві та використанні генераторного газу (ГГ) з рослинної сировини. Технологічні схеми виробництва та використання ГГ з рослинної сировини. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва та використання ГГ. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва та використання ГГ. Економічна ефективність проектних рішень.

**Тема 6. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання піролізної олії з рослинної сільськогосподарської сировини.**

Сучасні тенденції у виробництві та використанні піролізної олії з рослинної сировини. Технологічні схеми виробництва та використання піролізної олії з рослинної сировини. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва та використання піролізної олії. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва та використання піролізної олії. Економічна ефективність проектних рішень.

**Тема 7. Проектування машин і обладнання для виробництва і використання твердих біопалив з рослинної сільськогосподарської сировини.**

Сучасні тенденції у виробництві та використанні твердих біопалив (ТБ) з рослинної сировини. Технологічні схеми виробництва та використання ТБ з рослинної сировини. Технічне та конструктивне забезпечення виробництва та використання ТБ. Аналіз наявних конструкцій машин і обладнання. Проектування, впровадження, експлуатація та ремонт машин і обладнання для виробництва та використання ТБ. Економічна ефективність проектних рішень.

**4. Теми семінарських занять**

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

**5. Теми практичних занять**

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

**6. Теми лабораторних занять**

№	Назва теми	Кіл бк. год.
<b>Змістовий модуль 1: Проектування машин і обладнання для виробництва і використання рідких біопалив</b>		
ЛР 1	Визначити економічну ефективність функціонування агроєкосистем з виробництвом енергії на основі біологічних видів палива. Розрахувати обсяг соломи, яку можна використати для теплових потреб.	2

ЛР 2	Визначити параметри гідрореактивної мішалки при виробництві дизельного біопалива. Визначити параметри обладнання, яке використовується для системи двохступеневого підігріву дизельного біопалива.	2
ЛР3	Визначити параметри ДВЗ при роботі на біоетанолі. Розрахувати основні технологічні параметри обладнання для виробництва біоетанолу. <b>Поточна атестація.</b>	2
<b>Змістовий модуль 2: Проектування машин і обладнання для виробництва і використання газоподібних та твердих біопалив</b>		
ЛР 4	Визначення потужності обертового реактора біогазової установки в залежності від рівня занурення барабана у воду. Розрахувати основні технологічні параметри біогазової установки для зброджування гною.	2
ЛР 5	Дослідити теплову продуктивність прямопотокового газогенератора, що працює на соломі. Розрахувати конструктивні параметри прямопотокового газогенератора, що працює на соломі.	2
ЛР 6	Дослідити вплив техніко-експлуатаційних параметрів піролізної установки на ефективність виробництва піролізної олії з соломі. Розрахувати основні технологічні параметри обладнання для виробництва піролізної олії.	2
ЛР 7	Визначення питомих енергетичних витрат на виробництво гранул із рослинної біомаси. Розрахувати основні технологічні параметри опалювального котла для обігріву приміщень. <b>Поточна атестація.</b>	3
<b>Всього</b>		<b>15</b>

## 7. 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?
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?
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?
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?
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?
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?
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?
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 1м<sup>3</sup> біометану за час зброджування?
154. Яка потреба в біомасі для отримання 1кВт·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.
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. Вкажіть, на які групи можна розділити твердопаливні котли виходячи з особливостей технологій спалювання біомаси.
173. Вкажіть особливості традиційних твердопаливних котлів.
174. Які види котлів для спалювання біомаси сільськогосподарського походження виробляють в Україні?
175. Вкажіть особливості роботи автоматичних котлів.
176. Вкажіть із яких міркувань виконується підбір потужності котла для опалення.
177. Які труднощі виникають при спалюванні рослинної біомаси?
178. Для чого призначений газоаналізатор?
179. Від чого залежить вміст CO у димових газах твердопаливного котла?
180. Які види енергетичних рослин Ви знаєте? Як класифікують енергетичні рослини? Які енергетичні культури називають трав'янистими, деревоподібними тощо?
181. Назвіть основні характеристики обладнання для виробництва генераторного газу з міскантуса та верби енергетичної.
182. Опишіть такі енергетичні культури як сільфій, очерет та сорго.
183. Основне обладнання для виробництва піролізної олії?
184. Які машини використовують для садіння та збирання енергетичних культур?
185. Основні вузли газогенераторної установки?
186. Основні конструктивні елементи газогенераторних установок?
187. Назвіть основне обладнання для виробництва паливних гранул?
188. Які види біопалива можна отримати із енергетичних культур?
189. Що таке картограма розміщення потенціалів енергетичної сировини?
190. Як розрахувати координати ефективного розміщення підприємства із виробництва паливних гранул?
191. Із яких основних елементів складається гранулятор?
192. Які конструктивні параметри мають вплив на споживану потужність гранулятора?

## 8. Методи навчання

Метод навчання – спосіб подання (представлення) інформації студентові в ході його пізнавальної діяльності, реалізований через дії, які зв'язують педагога й студента.

Під час вивчення дисципліни «Машини та обладнання для біотехнологій» рекомендується використовувати наступні методи навчання:

### 1. Пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний.

Назва походить від двох слів: інформація й рецепція (сприйняття). Студенти одержують знання на лекції, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник в «готовому» виді. Також студенти сприймають і осмислюють факти, оцінки, висновки й залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення. Даний метод знаходить широке застосування у вузі для передачі великого масиву інформації. Інформаційно-рецептивний метод сам по собі не формує в студента умінь і навичок використання отриманих знань і не гарантує їх свідомого й міцного запам'ятовування.

## 2. Репродуктивний метод (репродукція – відтворення)

- ✓ Застосування вивченого на основі зразка або правила.
- ✓ Діяльність студентів носить алгоритмічний характер, тобто виконується за інструкціями, приписаннями, правилами в аналогічних, подібних з показаним зразком ситуаціях.
- ✓ Організовується діяльність студентів за кількаразовим відтворенням засвоєваних знань. Для цього використовуються різноманітні вправи, лабораторні, практичні роботи, програмований контроль, різні форми самоконтролю.
- ✓ Застосовується у взаємозв'язку з інформаційно-рецептивним методом (який передує репродуктивному). Разом вони сприяють формуванню знань, навичок і вмінь в студентів, формують основні розумові операції (аналіз, синтез, узагальнення, перенос, класифікація).
- ✓ Не гарантує розвитку творчих здатностей студентів.

## 3. Метод проблемного викладу.

- ✓ Педагог до викладу матеріалу ставить проблему, формулює пізнавальне завдання на основі різних джерел і засобів.
- ✓ Показує спосіб рішення поставленого завдання.
- ✓ Спосіб досягнення мети - розкриття системи доказів, порівняння точок зору, різних підходів.
- ✓ Студенти стають свідками й співучасниками наукового пошуку.
- ✓ Студенти не тільки сприймають, усвідомлюють і запам'ятовують готову інформацію, але й стежать за логікою доказів, за рухом думки педагога.
- ✓ Підхід широко використовується в практиці ВНЗ.

## 4. Частково-пошуковий, або евристичний, метод.

- ✓ Полягає в організації активного пошуку рішення висунутих у навчанні (або сформульованих самостійно) пізнавальних завдань.
- ✓ Пошук рішення відбувається під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок.
- ✓ Процес мислення здобуває продуктивний характер.
- ✓ Процес мислення поетапно направляється й контролюється педагогом або самими учнями на основі роботи над програмами (у тому числі й комп'ютерними) і навчальними посібниками.
- ✓ Метод дозволяє активізувати мислення, викликати зацікавленість до пізнання на семінарах і колоквіумах.

## 5. Дослідницький метод.

- ✓ Проводиться аналіз матеріалу, постановки проблем і завдань і короткого усного або письмового інструктажу студентів.
- ✓ Студенти самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри й виконують інші дії пошукового характеру.
- ✓ Завдання, які виконуються з використанням дослідницького методу, повинні містити в собі всі елементи самостійного дослідницького процесу (постановку завдання, обґрунтування, припущення, пошук відповідних джерел необхідної інформації, процес рішення завдання).
- ✓ У даному методі найбільш повно проявляються ініціатива, самостійність, творчий пошук у дослідницькій діяльності.

Навчальна робота безпосередньо переростає в наукове дослідження.

## **9. 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 кафедрями 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;

– принцип гласності передбачає доведення результатів контролю до відома студентів.

При виставленні студентів оцінки враховується:

– характер засвоєння вже відомого знання (рівень усвідомлення, міцність запам'ятовування, обсяг, повноту 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 студентіві, 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:

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.

**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.

## 10. 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):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$

## 11. 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. Машина 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.

## 12. Рекомендовані джерела інформації

– основна:

1. Дубровін В.О., Голуб Г.А., Поліщук В.М., Сера К.М., Марус О.А., Драгнев С.В., Павленко М.Ю., Чуба В.В., Кухарець С.М. Біодизель та біоетанол / Серія навчально-методичних матеріалів, модуль 6. – К.: ЮНІДО, 2015. – 52 с.



2. Голуб Г.А., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Сера К.М., Марус О.А., Драгнев С.В., Сидорчук О.В., Павленко М.Ю., Чуба В.В., Кухарець С.М. Біогаз / Серія навчально-методичних матеріалів, модуль 7. – К.: ЮНІДО, 2015. – 48 с.
3. Голуб Г.А., Павленко М.Ю., Чуба В.В., Кухарець С.М. 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 / Голуб Г. А., Павленко М. Ю., Чуба В. В.; за ред. Г. А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2017. – 340 с. ISBN 978-617-7396-47-4.
5. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навчальний посібник / Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко М.Ю., Сера К.М., Чуба В.В.; за ред. Г.А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2017. – 229 с.
6. Виробництво і використання біопалив в агроєкосистемах. 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. ISBN 978-617-7630-29-5.
7. Основи виробництва та використання біоетанолу. – Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Машини та обладнання для біотехнологій» ОС «Бакалавр» зі спеціальності «Агроінженерія» / Голуб Г.А., Чуба В.В., Павленко М.Ю. – К.: НУБіП України, 2019. – 30 с.
8. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник /С.О. Кудря// – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
9. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: Підручник, – К.: Варта. – 2006. – 280 с.
10. ДСТУ 3868-99 Паливо дизельне. Технічні умови.
11. ДСТУ 6081:2009 Паливо моторне. Ефіри метилових жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.
12. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
13. Голуб Г.А., Сидорчук О.В., Кухарець С.М., Гох В.В., Осауленко С.В., Завадська О.А., Рубан Б.О., Поліковська Н.Л., Швець Р.Л., Чуба В.В., Павленко М.Ю. Технологія переробки біологічних відходів у біогазових установках з обертовими реакторами / За ред. д-ра техн. наук, проф. Г. А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2014. 106 с.
14. Посібник. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / за ред. В.І. Кравчука, В.О. Дубровіна. - Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. - 2010. - 184 с.
15. 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:**
16. Рекомендації щодо створення сільськогосподарського обслуговуючого кооперативу для надання послуг у виробництві та реалізації біопалива у Житомирській області / [Н.М. Головченко, В.Є. Данкевич, С.В. Добрякова, В.О. Дубровін, Г.Р. Зіміна, В.В. Зіновчук, Н.В. Зіновчук, В.М. Карпюк, В.В. Кухарець, С.М. Кухарець, А.В. Ращенко]. – Житомир, 2011. – 96 с.
17. 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. [http://www.inmateh.eu/INMATEH\\_1\\_2019/INMATEH-Agricultural\\_Engineering\\_57\\_2019.pdf](http://www.inmateh.eu/INMATEH_1_2019/INMATEH-Agricultural_Engineering_57_2019.pdf)
18. S. Kukharets, G. Golub, K. Szalay, O. Marus. Study of energy costs in process of biomass mixing in rotary digester. – Proceedings of the 18th International Scientific Conference

Engineering for Rural Development, 2019, Jelgava, Latvia, May 22-24, 2019, 1331-1336. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N070.

19. G. Golub, V. Chuba, Y. Yarosh. The study of the biofuel-operated diesel engine with heating. – *International Journal of Renewable Energy Research*, 2019, vol. 9, no. 3, 1283-1290.

20. 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.

21. 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. [http://www.inmateh.eu/INMATEH\\_2\\_2019/INMATEH-Agricultural\\_Engineering\\_58\\_2019.pdf](http://www.inmateh.eu/INMATEH_2_2019/INMATEH-Agricultural_Engineering_58_2019.pdf)

22. G. Golub, S. Kukharets, Ya. Yarosh, V. Chuba. Method for optimization of the gasifier recovery zone height. – *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 2019, vol. 7, no. 3, 493-505. DOI:

23. G. Golub, S. Kukharets, O. Zavadzka, O. Marus. 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>

24. 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

25. 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.

26. 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.

27. 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>

28. 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

29. 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

30. 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.

31. 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

32. S. Kukharets, G. Golub, M. Wrobel, O. Sukmaniuk, K. Mudryk, T. Hutsol, A. Jasinskas, 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.

33. 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.