

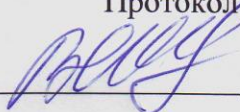
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

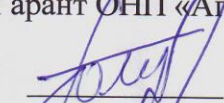
“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
(Братішко В. В.)
“_____” 20__ р.



“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві
Протокол від 10.03.2023 р. № 7
Завідувач кафедри
(Хмельовський В.С.)



”РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОНП «Агроінженерія»
_____ (Голуб Г.А.)



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Наукові основи біогазових технологій

Спеціальність 208 – "Агроінженерія"

Освітньо-наукова програма «Агроінженерія»

Механіко-технологічний факультет

Розробник: доктор технічних наук, професор Поліщук В.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Наукові основи біогазових технологій» для студентів, що навчаються за освітньо-науковою програмою «Агроінженерія» (спеціальність 208 «Агроінженерія»), ОС «Магістр», НУБіП України, 2023 р. – 18 с.

Мова навчання – українська

Розробник: Поліщук Віктор Миколайович, професор кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві, доктор технічних наук, професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

Протокол від «10» березня 2023 р. № 7.

Схвалено вченою радою механіко-технологічного факультету

Протокол від «16» березня 2023 р. № 7.

© НУБіП України, 2023 рік

© Поліщук В.М., 2023 рік

Опис навчальної дисципліни
Наукові основи біогазових технологій
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	<u>20 – Аграрні науки та продовольство</u> (шифр і назва)
Напрямок підготовки	208 – «Агроінженерія» (шифр і назва)
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<u>Магістр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова за вибором студентів
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)
Форма контролю	Іспит
Показники навчальної дисципліни	

	денна форма навчання
Рік навчання	2
Семестр	1
Лекційні заняття	30 год.
Практичні, семінарські заняття	-
Лабораторні заняття	30 год.
Самостійна робота	60 год.
Індивідуальні завдання	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4 год.
самостійної роботи студента –	4 год.

2. Мета і завдання навчальної дисципліни та компетентності

Мета – підготовка магістрів-дослідників до професійної наукової діяльності за алгоритмом, що містить процедуру розробки, дослідження, впровадження, експлуатації та економічної оцінки технологічних процесів та технічних засобів в біогазових технологіях.

Завдання: дати глибокі знання та навчити вирішувати наукові задачі при дослідженні процесів анаеробного метанового зброджування органічних речовин з отриманням біогазу і органічних добрив для впровадження біогазових технологій і вирішення енергетичної і екологічної в Україні.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні компетентності:

– інтегральна:

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.

– обов'язкові:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності.
- ЗК 4. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК 5. Здатність працювати в команді.
- ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

– фахові:

- ФК 1. Здатність використовувати управлінські аспекти у межах проблеми діяльності сільськогосподарського виробництва.
- ФК 2. 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.
- ФК 3. Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.
- ФК 11. Здатність організовувати процеси сільськогосподарського 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.
- ФК 12. Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в агропромисловому виробництві.
- ФК 13. Здатність використовувати сучасні принципи, стандарти та методи управління якістю, забезпечувати конкурентоспроможність технологій і машин у виробництві сільськогосподарських культур.
- ФК 16. Здатність досліджувати, проектувати і експлуатувати технічні системи аграрного виробництва із використанням відновлюваних джерел енергії.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні програмні результати навчання:

- ПРН 1. Володіти комплексом необхідних гуманітарних, природничо-наукових та професійних знань, достатніх для досягнення інших результатів навчання, визначених освітньою програмою.
- ПРН 2. Розробляти енергоощадні, екологічно безпечні технології виробництва, первинної обробки і зберігання сільськогосподарської продукції.
- ПРН 4. Викладати у закладах вищої освіти та розробляти методичне забезпечення спеціальних дисциплін, що стосуються агроінженерії.
- ПРН 5. Приймати обґрунтовані управлінські рішення для забезпечення прибутковості підприємства.
- ПРН 6. Приймати ефективні рішення стосовно форм і методів управління інженерними системами в АПК.

ПРН 7. Планувати наукові та прикладні дослідження, обґрунтовувати вибір методології і конкретних методів дослідження.

ПРН 8. Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач.

ПРН 9. Проектувати конкурентоспроможні технології та обладнання для виробництва сільськогосподарської продукції відповідно до вимог споживачів та законодавства.

ПРН 10. Здійснювати ефективне управління та оптимізацію матеріальних потоків.

ПРН 16. Створювати і оптимізувати інноваційні техніко-технологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі.

ПРН 17. Здійснювати управління якістю в аграрній сфері, обґрунтовувати показники якості сільськогосподарської продукції, техніки та обладнання.

ПРН 18. Застосовувати багатокритеріальні моделі прийняття рішень у детермінованих умовах та в умовах невизначеності під час вирішення професійних завдань.

ПРН 20. Розробляти і реалізувати ресурсоощадні та природоохоронні технології у сфері діяльності підприємств АПК.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.

Основи процесів біогазових технологій

Тема 1. Основи процесів утилізації органічних відходів: утилізація органічних відходів, визначення понять; переробка органічних відходів аеробним способом; види анаеробної переробки відходів.

Тема 2. Основи процесу анаеробного зброджування рідких органічних відходів із отриманням біогазу: біогаз, його склад; дигестат, його склад; історія розвитку біогазових технологій; сучасний стан виробництва біогазу в Україні і в світі.

Тема 3. Мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу: етапи отримання біогазу: гідроліз, кислотогенез, утворення оцтової кислоти і водню, метаногенез.

Тема 4. Взаємозв'язок між видом сировини та ефективністю виробництва біогазу: монобродіння; коферментація; питомий вихід біогазу і вміст метану в перетравлюваних жирах білках і вуглеводах; відходи життєдіяльності; сільськогосподарська сировина; Відходи переробної промисловості; вихід біогазу і вміст в ньому метану із різних видів сировини.

Тема 5. Основні фактори, що визначають ефективність виробництва біогазу: наявність бактерій, що виробляють метан; наявність анаеробних умов; температура ферментації; реакція середовища; вміст вологи і сухих речовин в суб-

страті; властивості субстрату; наявність інгібіторів процесу бродіння; наявність стимулюючих речовин; ступінь завантаження реактора; час зброджування; наявність чи відсутність кірки та піноутворення.

Тема 6. Вплив способів завантаження субстрату в метантенк на ефективність виробництва біогазу: способи завантаження субстрату в метантенк; особливості розвитку метаноутворюючих бактерій і виробництва біогазу при різних способах завантаження реактора; ступінчастість процесу зброджування субстрату; якісні показники біогазу відповідно до вітчизняних та зарубіжних стандартів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II.

Основи розробки технічних засобів біогазових технологій

Тема 7. Основи розробки конструкцій метантенків біогазових установок: структура біогазової установки; конструкції метантенків; вибір матеріалу для метантенка; теплоізоляція метантенка; зовнішня обшивка і захист від несприятливих погодних умов; захист від корозії; газгольдери, різновиди і їх конструкції.

Тема 8. Основи процесів підготовки субстрату до анаеробного зброджування: обладнання для підготовки субстрату до зброджування (відділення сторонніх речовин та субстанцій; подрібнення; гомогенізації; зміни структури біомаси; силосування; системи завантаження субстрату в метантенк.

Тема 9. Основи розробки конструкцій пристроїв для перемішування субстрату в метантенках: пристрої для перемішування субстрату (механічні, гідравлічні, пневматичні).

Тема 10. Основи процесу нагрівання/охолодження субстрату в біогазових установках: системи підігрівання субстрату в метантенку (внутрішні і зовнішні теплообмінники).

Тема 11. Основи процесу видалення дигестату та його переробки: видалення дигестату з метантенка; розділення твердої і рідкої фаз дигестату; видалення осаду з метантенка.

Тема 12. Основи процесу очищення біогазу: принципи очищення біогазу; обладнання для очищення біогазу від вологи, сірководню, вуглекислого газу.

Тема 13. Обґрунтування методів використання біогазу: шляхом подачі біогазу в існуючу газорозподільчу мережу природного газу; шляхом будівництва спеціальних газопроводів для біогазу; використання в якості палива для двигунів внутрішнього згорання; спалювання в когенераційних установках; види когенераційних установок; "зелений" тариф.

Тема 14. Основи процесу виробництва біогазу із твердої біомаси: твердофазні технології виробництва біогазу із сільськогосподарської сировини; твердофазні технології виробництва біогазу із твердих побутових відходів.

Тема 15. Оцінення ризиків для довкілля та заходи безпеки при виробництві біогазу: можливі фактори забруднення довкілля при експлуатації біогазових установок, аналіз виробничих небезпек при виробництві біогазу і способи їх усунення; аварійна факельна установка.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	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
Змістовий модуль 1. Основи процесів біогазових технологій												
Тема 1. Основи процесів утилізації органічних відходів	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Основи процесу анаеробного зброджування рідких органічних відходів із отриманням біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Взаємозв'язок між видом сировини та ефективністю виробництва біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Основні фактори, що визначають ефективність виробництва біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Вплив способів завантаження субстрату в метантенк на ефективність виробництва біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	48	12	-	12	-	24	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Основи розробки технічних засобів біогазових технологій												
Тема 7. Основи розробки конструкцій метантенків біогазових установок	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Основи процесів підготовки субстрату до анаеробного зброджування	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Основи розробки конструкцій пристроїв для перемішування субстрату в метантенках	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Основи процесу нагрівання/охолодження субстрату в біогазових установках	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-

Тема 11. Основи процесу видалення дигестату та його переробки	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 12. Основи процесу очищення біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 13. Обґрунтування методів використання біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 14. Основи процесу виробництва біогазу із твердої біомаси	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 15. Оцінення ризиків для довкілля та заходи безпеки при виробництві біогазу	8	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	72	18	-	18	-	36	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	30	-	30	-	60	-	-	-	-	-	-
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	30	-	30	-	60	-	-	-	-	-	-

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-
2	-	-
...	-	-

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
...		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Охорона праці в науковій лабораторії виробництва біогазу, ознайомлення із приладами і обладнанням, конструкція і принцип роботи лабораторної біогазової установки	2
2	Методика визначення співвідношення FOS/ТАС дигестату шляхом потенціометричного титрування	2
3	Методика проведення експериментальних досліджень виходу біогазу на лабораторній біогазовій установці	2
4	Методика визначення теплоти згорання біогазу	2

5	Методика статистичної обробки експериментальних даних виходу біогазу	2
6	Принцип визначення оптимального завантаження косубстратів за умови максимального виходу біогазу	2
7	Моделювання процесу генерування біогазу: огляд існуючих математичних моделей генерування біогазу	2
8	Моделювання процесу генерування біогазу з врахуванням росту популяції метаноутворюючих бактерій за рівнянням Моно, її відмирання за рівнянням Колпікова, і генерування біогазу	2
9	Методика визначення виходу гнойової біомаси при утриманні худоби і птиці	2
10	Методика визначення якісних показників сировини для отримання біогазу	2
11	Методика визначення основних параметрів біогазової установки	2
12	Методика визначення теплового балансу метантенка	2
13	Методика розрахунку основних конструкційно-технологічних параметрів механічного перемішуючого пристрою для гомогенізації субстрату в метантенку	2
14	Методика розрахунку основних конструкційно-технологічних параметрів аварійної факельної установки	2
15	Методика визначення економічної ефективності біогазових технологій	2
	Разом	30

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідити способи анаеробної переробки стічних вод	4
2	Методика дослідження вмісту сухої речовини і сухої органічної речовини субстрату	4
3	Методи планування експериментальних досліджень	4
4	Встановити вплив жирів, білків і вуглеводів в субстраті на вихід біогазу	4
5	Дослідити вплив вмісту метану на теплоту згорання біогазу. Способи визначення теплоти згорання біогазу	4
6	Дослідити якісні показники біогазу відповідно до вітчизняних та зарубіжних стандартів	4
7	Принцип проведення огляду літературних джерел за наукометричними базами Scopus і Web of Science	4
8	Дослідження розвитку конструкцій газгольдерів для зберігання енергетичних газів	4
9	Провести аналіз систем трубопроводів і насосів біогазової установки	4

10	Встановити вплив швидкості обертання валу мішалки на якість перемішування субстрату в метантенку. Конструктивні особливості тихохідних і швидкохідних механічних мішалок	4
11	Встановити вплив режимів перемішування субстрату на потужність ьперемішуючого пристрою. Методика визначення потужності перемішування субстрату в ламінарному, турбулентному і перехідному режимах	4
12	Теоретичні основи гідравлічного перемішування субстрату	4
13	Теоретичні основи пневматичного перемішування субстрату	4
14	Встановити вплив піноутворення в метантенку на вихід біогазу. Боротьба з піноутворенням в метантенку	4
15	Встановити способи використання дигестату біогазової установки	4
	Разом	60

8. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

9. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні запитання для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Які існують способи розкладання органічних відходів?
2. Що таке біогаз? Завдяки якому процесу він утворюється?
3. Чим біогаз відрізняється від природного газу?
4. Охарактеризуйте історичні аспекти біогазових технологій.
5. З якої сировини може вироблятися біогаз?
6. Дайте характеристику твердим побутовим відходам як сировині для виробництва біогазу.
7. Дайте характеристику стічним водам як сировині для виробництва біогазу.
8. Дайте характеристику побічній продукції тваринництва як сировині для виробництва біогазу.
9. Дайте характеристику рослинним решткам як сировині для виробництва біогазу.
10. Охарактеризуйте мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу.
11. Скільки груп бактерій приймає участь в виробництві біогазу? Назвіть їх.

12. Дайте класифікацію метаноутворюючим бактеріям за температурним режимом.
13. З чого складається біогазова установка?
14. Що таке метантенк? Які ще назви він має?
15. Які бувають метантенки за конструкцією? Дайте їм характеристику.
16. Розкажіть про принцип роботи метантенка в вигляді яйцеподібного резервуара.
17. Розкажіть про принцип роботи циліндричного метантенка з конусною верхньою або нижньою частиною.
18. Розкажіть про принцип роботи циліндричного метантенка.
19. Розкажіть про принцип роботи кубічного метантенка.
20. Розкажіть про принцип роботи горизонтального метантенка.
21. Розкажіть про принцип роботи бродильної камери у вигляді виритої в ґрунті траншеї.
22. Розкажіть про принцип роботи еластичних метантенків.
23. Як класифікуються метантенки за способом розміщення? Чим вони відрізняються?
24. Що таке газгольдер? Для чого він призначений?
25. Які існують типи газгольдерів? Розкажіть про принцип роботи газгольдерів.
26. Навіщо підігрівати субстрат під час метанового бродіння? Які існують способи підігрівання субстрату?
27. Навіщо перемішувати субстрат під час метанового бродіння? Які існують способи перемішування субстрату?
28. Які існують способи підготовки субстрату до метанового бродіння? В чому їх переваги і недоліки?
29. Від яких речовин необхідно очищати біогаз? Охарактеризуйте способи очищення біогазу.
30. Розкажіть про технології виробництва звалищного газу.
31. Яким чином використовуються продукти метанового бродіння?
32. Охарактеризуйте сучасний стан біогазових технологій в світі.
33. Охарактеризуйте сучасний стан біогазових технологій в Україні.

10. Методи навчання

Комбінація трьох методів: пасивного, активного та інтерактивного.

Пасивний метод - це форма взаємодії студентів і викладача, в якій викладач є основною діючою особою і керуючим ходом уроку, а студенти виступають в ролі пасивних слухачів, підлеглих директивам викладача. Зв'язок викладача із студентами в пасивних уроках здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо. З погляду сучасних педагогічних технологій та ефективності засвоєння студентами навчального матеріалу пасивний метод вважається найбільш неефективним, але, незважаючи на це, він має і деякі плюси. Це відносно легка підготовка до заняття з боку викладача і можливість подання порівняно великої кількості навчального матеріалу в певних часових рамках уроку. Треба сказати, що в деяких випадках цей підхід успішно

працює в руках досвідченого педагога, особливо якщо студенти мають чіткі цілі, спрямовані на ґрунтовне вивчення предмета. Лекція - найпоширеніший вид пасивного уроку. Цей вид уроку широко розповсюджений у ВНЗ, де навчаються дорослі, цілком сформовані люди, що мають чіткі цілі глибоко вивчати предмет.

Активний метод - це форма взаємодії студентів і викладача, при якій викладач і студенти взаємодіють один з одним під час заняття та студенти тут не пасивні слухачі, а активні учасники заняття. В даному випадку викладач і студенти знаходяться на рівних правах.

Інтерактивний метод орієнтований на більш широку взаємодію студентів не тільки із викладачем, але і один з одним і на домінування активності студентів у процесі навчання. Місце викладача в інтерактивних заняттях зводиться до направлення діяльності студентів на досягнення цілей заняття. Викладач також розробляє план заняття (звичайно, це інтерактивні вправи та завдання, в ході виконання яких студент вивчає матеріал).

11. Форми контролю

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ: поточне тестування (відповіді на поставлені запитання); захист лабораторних робіт; підсумковий письмовий тест.

Нижче наведена структура загальної атестаційної оцінки:

$$\boxed{\text{Атестаційна оцінка}} = \boxed{\text{Середнє по модулях (коеф. 0,7)}} + \boxed{\text{Здача екзамєну (коеф. 0,3)}} + \boxed{\text{Додаткові бали (доповідь рефератів)}} - \boxed{\text{Штрафні бали (пропуски занять, погана поведінка)}}$$

Загальна оцінка за модуль розділяється в рівних долях між модульною контрольною роботою і середньою оцінкою за відповіді на запитання по пройденому матеріалу:

$$\boxed{\text{Модуль}} = \boxed{\text{Модульна контрольна робота (коеф. 0,5)}} + \boxed{\text{Відповіді на запитання по пройденому матеріалу (коеф. 0,5)}}$$

12. Розподіл балів, які отримують

Оцінювання студентів відбувається згідно положення "Про екзамен та заліки у НУБіП України" від 25.09.2019 р. (протокол № 2) з табл. 1.

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзамену	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 ба-

лів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 100 балів): $R_{ДИС} = R_{НР} + R_{АТ}$.

13. Методичне забезпечення

1. Поліщук В. М. Порядок оформлення супровідних транспортних документів для автомобільних перевезень. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Гігієна та особливості транспортування тварин та продукції тваринництва" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Бакалавр” зі спеціальності 275 – "Транспортні технології (автомобільний транспорт)". К.: НУБіП України, 2016. 44 с.

2. Поліщук В. М., Голопура С. М. Визначення кількості худоби для перевезення в автотранспортному засобі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Гігієна та особливості транспортування тварин і продукції тваринництва" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Бакалавр”. К.: НУБіП України, 2016. 16 с.

3. Поліщук В. М., Голопура С. М. Розрахунок тепловтрат в транспортному засобі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Санітарія та гігієна транспортних засобів" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Магістр” зі спеціальності 275 – "Транспортні технології (автомобільний транспорт)". К.: НУБіП України, 2016. 22 с.

4. Поліщук В. М. Розрахунок повітрообміну в транспортному засобі для перевезення сільськогосподарських тварин і птиці. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Гігієна та особливості транспортування тварин і продукції тваринництва" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Бакалавр”. К.: НУБіП України, 2021. 36 с.

5. Поліщук В. М., Голопура С. М. Розрахунок тепловтрат в транспортному засобі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Санітарія та гігієна транспортних засобів" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Магістр” зі спеціальності 275 – "Транспортні технології (автомобільний транспорт)". К.: НУБіП України, 2016. 22 с.

14. Рекомендована література

Основна

1. Поліщук В. М., Тарасенко С. Є. Біопалива. Виробництво і використання. Ч. 2. Біогаз і біоводень: навч. посібник. Київ: Компринт, 2018. 416 с.

2. Поліщук В. М. Процеси та обладнання біотехнологічного виробництва газових біопалив: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2015. 244 с.

3. 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. Модуль проекту ЮНІДО "Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України". Київ: НУБіП України, 2015. 48 с.

4. Дубровін В.О., Поліщук В.М., Тарасенко С.Є., Драгнев С.В. Практикум з машин та обладнання для біоенергетики: навч. посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 208 с.

5. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Дубровіна О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 2. Визначення виходу гнойової біомаси при утриманні худоби і птиці. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: Аграр-МедіаГруп, 2013. 20 с.

6. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Дубровіна О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 3. Розрахунок якісних показників сировини для виробництва біогазу. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: Аграр-МедіаГруп, 2013. 24 с.

7. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Дубровіна О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 4. Визначення основних параметрів біогазової установки. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: АграрМедіаГруп, 2013. 24 с.

8. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Дубровіна О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 5. Визначення теплового балансу метантенка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: АграрМедіаГруп, 2013. 40 с.

9. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Сидорчук О.В., Поліщук О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 6. Визначення потреб в біопаливі для опалення, гарячого водопостачання та приготування їжі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: АграрМедіаГруп, 2014. 94 с.

10. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнев С.В., Лободко М.М., Єременко О.І., Сидорчук О.В., Тарасенко С.Є., Поліщук О.В. Інженерія систем природокористування. Частина 4. Визначення потреб в біопаливі для опалення, гарячого

водопостачання та приготування їжі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Інженерія систем природокористування" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.05050312 – “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва” та 8.05050303 – “Обладнання лісового комплексу”. Київ: АграрМедіаГруп, 2014. 94 с.

11. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнєв С.В., Лободко М.М., Дубровіна О.В. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 1. Установка для одержання біогазу. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Процеси та апарати біотехнологічних виробництв" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: АграрМедіаГруп, 2013. 16 с.

12. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Драгнєв С.В., Дубровіна О.В. Технології біоенергоконверсій. Частина 4. Визначення теплоти згорання біопалива. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Технології біоенергоконверсій" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 – “Механізація сільського господарства”. Київ: АграрМедіаГруп, 2013. 16 с.

13. Поліщук В.М., Дубровін В.О., Лободко М.М., Тарасенко С.Є., Драгнєв С.В. Інженерія систем природокористування. Частина 3. Конструктивно-технологічний розрахунок метантенка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Інженерія систем природокористування" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.05050312 – “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва” та 8.05050303 – “Обладнання лісового комплексу”. Київ: АграрМедіаГруп, 2013. 88 с.

14. Мельничук М.Д., Дубровін В.О., Мироненко В.Г., Поліщук В.М., Голуб Г.А., Таргоня В.С., Єременко О.І., Драгнєв С.В. Технології виробництва біогазу в АПК. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Технології виробництва біогазу" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації зі спеціальності 8.05140105 "Екологічна біотехнологія та біоенергетика". Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 160 с.

Допоміжна

1. Поліщук В. М., Шворов С. А., Войтюк В. Д., Мірошник В. О. Процеси, системи та обладнання виробництва біогазу: монографія. Київ: НУБіП України, 2019. 556 с.

2. Поліщук В. М., Войтюк В. Д., Тарасенко С.Є. Процеси, системи та обладнання для виробництва біопалива: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 548 с.

3. Мельничук М.Д., Дубровін В.О., Мироненко В.Г., Григорюк І.П., Поліщук В.М., Голуб Г.А., Таргоня В.С., Драгнєв С.В., Свистунова І.В., Кухарець

С.М. Альтернативна енергетика: навч. посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 244 с.

4. Мироненко В.Г., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Драгнев С.В., Свистунова І.В. Технології виробництва біогазу: курс лекцій для студ. сільськогосп. вузів зі спец. 8.092900 – "Екобіотехнологія". Київ: Холтех, 2010. 84 с.

5. Мироненко В.Г., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Драгнев С.В., Свистунова І.В. Енергобіотехнологія: курс лекцій для студ. сільськогосп. вузів зі спец. 6.051401 – "Екобіотехнологія". Київ: Холтех, 2010. 248 с.

6. ДСТУ 4516:2006. Поновлювані джерела енергії. Установки біогазові. Загальні технічні вимоги. Дійсний від 2007-01-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 7 с.

7. ДСТУ ГОСТ 27577:2005. Газ природний паливний компримований для двигунів внутрішнього згорання. Технічні умови. Дійсний від 2006-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

8. ДСТУ 7721:2015 Газоподібне паливо. Біогаз. Технічні вимоги та методи контролювання. Дійсний від 2016-08-01. Київ: ДЦ «УкрНДЦ», 2016. 20 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1820-20#Text>.

2. Про альтернативні види палива: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text>.

3. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.

4. Про відходи: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>.

5. Про альтернативні джерела енергії: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>.

6. Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19#Text>.

7. Про ринок електричної енергії: Закон України [Електронний ресурс]. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T172019>.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ОС Магістр ОНП Агроінженерія	Кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни НАУКОВІ ОСНОВИ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	Затверджую Зав. кафедри (підпис) Хмельовський В.С. 2023 р.
---	--	--	---

Екзаменаційні запитання

1. Що таке біогаз? Завдяки якому процесу він утворюється?
2. Навіщо перемішувати субстрат під час метанового бродіння? Які існують способи перемішування субстрату?

Тестові завдання різних типів

1.

	При метановому бродінні біомаси утворюється:
А	Біоводень
Б	Біометанол
В	Біогаз
Г	Біодизель

2.

	До метаноутворюючих бактерій належать:
А	Бетафільні
Б	Мезофільні
В	Мікрофільні
Г	Ксилофільні

3.

	При виробництві біогазу субстрат завантажують в метантенк постійно в:
А	Проточних установках
Б	Циклічних установках
В	Акумулятивних установках

4.

	До складу біогазової установки входить:
А	Піролізний реактор
Б	Газгольдер
В	Зцукрювач
Г	Дистилятор

5.

	Продукти метанового бродіння можуть використовуватись як:
А	Мінеральні добрива
Б	Органічні добрива
В	Зелені добрива
Г	Хімічні добрива

6.

	Біогаз це:
А	Газ, який застосовується рослинами для їх живлення
Б	Суміш газів, що утворилась в результаті анаеробного зброджування біомаси
В	Газ, що виділяється рослинами при фотосинтезі
Г	Синтез-газ

7.

	До складу звалищного газу входить:
А	Сірка
Б	Метан
В	Тринітротолуол
Г	Арабіноза

8.

	Біогаз отримують на:
А	В біогазових установках
Б	Звалищах
В	В газогенераторах
Г	В піролізних реакторах

9.

	Негорючою речовиною біогазу є:
А	Сірководень
Б	Метан
В	Пропан
Г	Вуглекислий газ

10.

100	В установці для виробництва біогазу метантенк 1 служить для :	
1	Виробництва біогазу	
2	Зберігання біогазу	
3	Підігрівання субстрату	
4	Перемішування субстрату	

_____ (Поліщук В.М.)

