

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**
Декан факультету
Зіновій РУЖИЛО
“ ” 2024 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка
Протокол № 11 від “21” травня 2024 р.

Завідувач кафедри
Іван РОГОВСЬКИЙ

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОПП “Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва”
к.т.н., доцент
Микола КОРОБКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Технологічні процеси в біоенергетиці»

Освітньо-професійна програма – «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»
Факультет конструювання та дизайну

Розробник: професор – Геннадій Голуб

Київ – 2024 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Проектування біотехнологічних процесів

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>133 – Галузеве машинобудування</i>	
Освітня програма	<i>Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	<i>-</i>	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	<i>1</i>	<i>1</i>
Семестр	<i>2</i>	<i>1-2</i>
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	<i>8 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>-</i>	<i>-</i>
Лабораторні заняття	<i>15 год</i>	<i>8 год</i>
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	<i>104 год.</i>
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>2 год.</i>	

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.

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 галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформацію з різних джерел. ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

спеціальні компетентності (СК):

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.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

СК6. Здатність оцінювати, контролювати та керувати процесами конструювання, виготовлення, випробування, ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва.

Результати навчання (РН):

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування і, зокрема, сільськогосподарського машинобудування.

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

РН3. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задачі практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

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

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин								
	денна форма								
	усього	у тому числі					у тому числі		
		л	п	лаб	інд	с.р.	л	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Технологічні процеси виробництва рідких біопалив									
Тема 1. Технологічні процеси в біоенергетиці. Поняття, терміни і визначення.	8	1		1	-	6			7
Тема 2. Технологічні процеси виробництва дизельного біопалива.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 3. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біодизеля.	8	1		1	-	6			7
Тема 4. Технологічні процеси виробництва біоетанолу.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 5. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біоетанолу.	8	1		1	-	6			7
Тема 6. Технологічні процеси піролізу рослинної біомаси.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 7. Проектування біотехнологічних процесів виробництва піролізної олії.	8	1		1	-	6			7
Разом за змістовим модулем 1	56	7		7	-	42	3	3	49
Змістовий модуль 2 Технологічні процеси виробництва газоподібних та твердих біопалив									
Тема 8. Технологічні процеси виробництва біогазу.	8	1		1	-	6			7
Тема 9. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біогазу на теплові потреби.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 10. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біогазу для виробництва електроенергії.	8	1		1	-	6			7
Тема 11. Технологічні процеси виробництва генераторного газу.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 12. Проектування біотехнологічних процесів виробництва генераторного газу на теплові потреби.	8	1		1	-	6			7
Тема 13. Проектування біотехнологічних процесів виробництва генераторного газу для виробництва електроенергії.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 14. Технологічні процеси виробництва твердих біопалив з рослинної сировини с.-г. походження.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 15. Проектування біотехнологічних процесів виробництва твердих палив на теплові потреби.	8	1		1	-	6	1	1	6
Разом за змістовим модулем 2	64	8		8	-	48	5	5	55
Усього годин	120	15		15	-	90	8	8	104

4. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кільк. год.
Модуль 1. Основи виробництва рідких біопалив		
ЛР 1	Визначення обсягу сільськогосподарської рослинної сировини, яку можна використати для теплових потреб.	1
ЛР 2	Визначення параметрів гідрореактивної мішалки при виробництві дизельного біопалива.	1
ЛР3	Визначення параметрів системи двохступеневого підігріву дизельного біопалива.	1
ЛР4	Дослідження техніко-експлуатаційних параметрів біоетанолу.	1
ЛР5	Дослідження параметрів ДВЗ при роботі на біоетанолі.	1
ЛР6	Дослідження техніко-експлуатаційних параметрів піролізної олії як біопалива.	1
ЛР7	Дослідження параметрів ДВЗ при роботі на піролізній олії.	1
Модуль 2. Основи виробництва газоподібних та твердих біопалив		
ЛР 8	Розрахувати основні технологічні параметри біогазової установки для зброджування гною.	1
ЛР 9	Визначити собівартість виробництва біометану при анаеробному зброджуванні гноївки скотарських та свинарських ферм.	1
ЛР 10	Визначити собівартість виробництва електроенергії на основі біометану при анаеробному зброджуванні гноївки скотарських та свинарських ферм	1
ЛР 11	Визначення параметрів прямопотокового газогенератора для виробництва генераторного газу з рослинної сировини.	1
ЛР 12	Визначити собівартість виробництва генераторного газу при газифікації рослинної сировини сільськогосподарського походження.	1
ЛР 13	Визначити собівартість виробництва електроенергії на основі генераторного газу при газифікації рослинної сировини сільськогосподарського походження.	1
ЛР 14	Розрахувати основні технологічні параметри гранулятора для виробництва паливних гранул з рослинної сировини.	1
ЛР 15	Розрахувати основні технологічні параметри опалювального котла для обігріву приміщень.	1
Всього		15

5. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення ло екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від від 26.04.2023 р. протокол № 10).

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

6. 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.

7. Рекомендовані джерела інформації

– основна:

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

2. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навчальний посібник / за ред. Г.А. Голуба. К.: НУБіП України, 2017. 229 с.

3. Виробництво і використання біопалив в агроекосистемах. 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.

4. 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.

– **допоміжна:**

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Golub G., Kukharets S., Zavadska 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>

10. 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

11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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

15. 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

16. 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.

17. 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

18. 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. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15207721>

19. 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.

Робоча програма розроблена на основі освітньо-професійної програми «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» затвердженої рішенням Вченої ради НУБіП України від 24 квітня 2024 року, (протокол №11) із урахуванням змін та доповнень (обумовлених Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку індивідуальних освітніх траєкторій та вдосконалення освітнього процесу», що набрав чинності з 16 серпня 2024 року).

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>133 – Галузеве машинобудування</i>	
Освітня програма	<i>Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	<i>-</i>	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	1
Семестр	2	1-2
Лекційні заняття	16 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	16 год	8 год
Самостійна робота	88 год.	104 год.
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2 год.	

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин								
	денна форма								
	усього	у тому числі					у тому числі		
		л	п	лаб	інд	с.р.	л	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Технологічні процеси виробництва рідких біопалив									
Тема 1. Технологічні процеси в біоенергетиці. Поняття, терміни і визначення.	8	1		1	-	6			7
Тема 2. Технологічні процеси виробництва дизельного біопалива.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 3. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біодизеля.	8	1		1	-	6			7
Тема 4. Технологічні процеси виробництва біоетанолу.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 5. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біоетанолу.	8	1		1	-	6			7
Тема 6. Технологічні процеси піролізу рослинної біомаси.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 7. Проектування біотехнологічних процесів виробництва піролізної олії.	8	2		2	-	6			7
Разом за змістовим модулем 1	56	8		8	-	42	3	3	49
Змістовий модуль 2 Технологічні процеси виробництва газоподібних та твердих біопалив									
Тема 8. Технологічні процеси виробництва біогазу.	8	1		1	-	6			7
Тема 9. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біогазу на теплові потреби.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 10. Проектування біотехнологічних процесів виробництва біогазу для виробництва електроенергії.	8	1		1	-	6			7
Тема 11. Технологічні процеси виробництва генераторного газу.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 12. Проектування біотехнологічних процесів виробництва генераторного газу на теплові потреби.	8	1		1	-	6			7
Тема 13. Проектування біотехнологічних процесів виробництва генераторного газу для виробництва електроенергії.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 14. Технологічні процеси виробництва твердих біопалив з рослинної сировини с.-г. походження.	8	1		1	-	6	1	1	7
Тема 15. Проектування біотехнологічних процесів виробництва твердих палив на теплові потреби.	8	1		1	-	4	1	1	6
Разом за змістовим модулем 2	64	8		8	-	46	5	5	55
Усього годин	120	16		16	-	88	8	8	104

4. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кільк. год.
Модуль 1. Основи виробництва рідких біопалив		
ЛР 1	Визначення обсягу сільськогосподарської рослинної сировини, яку можна використати для теплових потреб.	1
ЛР 2	Визначення параметрів гідрореактивної мішалки при виробництві дизельного біопалива.	1
ЛР3	Визначення параметрів системи двохступеневого підігріву дизельного біопалива.	1
ЛР4	Дослідження техніко-експлуатаційних параметрів біоетанолу.	1
ЛР5	Дослідження параметрів ДВЗ при роботі на біоетанолі.	1
ЛР6	Дослідження техніко-експлуатаційних параметрів піролізної олії як біопалива.	1
ЛР7	Дослідження параметрів ДВЗ при роботі на піролізній олії.	2
Модуль 2. Основи виробництва газоподібних та твердих біопалив		
ЛР 8	Розрахувати основні технологічні параметри біогазової установки для зброджування гною.	1
ЛР 9	Визначити собівартість виробництва біометану при анаеробному зброджуванні гноївки скотарських та свинарських ферм.	1
ЛР 10	Визначити собівартість виробництва електроенергії на основі біометану при анаеробному зброджуванні гноївки скотарських та свинарських ферм	1
ЛР 11	Визначення параметрів прямопотокового газогенератора для виробництва генераторного газу з рослинної сировини.	1
ЛР 12	Визначити собівартість виробництва генераторного газу при газифікації рослинної сировини сільськогосподарського походження.	1
ЛР 13	Визначити собівартість виробництва електроенергії на основі генераторного газу при газифікації рослинної сировини сільськогосподарського походження.	1
ЛР 14	Розрахувати основні технологічні параметри гранулятора для виробництва паливних гранул з рослинної сировини.	1
ЛР 15	Розрахувати основні технологічні параметри опалювального котла для обігріву приміщень.	1
Всього		16