

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»
протокол №9 від 05.09.2025**

**_____Тетяна МАЗУР,
директор ІПН БНАУ**

**ЗАГАЛЬНА КОРОТКОСТРОКОВА ПРОГРАМА
підвищення кваліфікації слухачів закладів вищої освіти, працівників та
персоналу підприємств аграрної галузі, підприємств переробної галузі,
енергетичної галузі, галузі машинобудування та фізичних осіб
підприємницької діяльності за програмою осінньої школи**

**«Біоенергетичні системи та циркулярна економіка: інтеграція відновлюваних
джерел сучасні підходи, технології та інновації» /**

**«Bioenergy systems and circular economy: integration of renewable sources –
modern approaches, technologies and innovations»**

Шифр програми: ПК/2025/09/002

Рік запровадження програми: 2025

ПРОФІЛЬ ПРОГРАМИ / PROGRAMME PROFILE

1. Загальна інформація / General information	
Назва програми / Programme name	Біоенергетичні системи та циркулярна економіка: інтеграція відновлюваних джерел сучасні підходи, технології та інновації / Bioenergy systems and circular economy: integration of renewable sources – modern approaches, technologies and innovations
Тип програми за змістом / Programme type by content	Загальна програма підвищення кваліфікації / General professional development programme
Форма навчання / Form of study	Змішана (лекційний матеріал дистанційно, практичні роботи аудиторно) / Mixed (lecture material remotely, practical work in the classroom)
Цільова група / Target group	слухачі закладів вищої освіти; працівники та персонал підприємств аграрної галузі, енергетичної галузі, галузі машинобудування; фізичних осіб підприємницької діяльності. / students of higher education institutions; employees and staff of enterprises in the agricultural, energy, and machine-building industries; individuals engaged in entrepreneurial activities.
Обсяг програми / Programme scope	60 годин, 2 кредит ЄКТС
Тривалість програми та організація навчання / Programme duration and study organisation	10 навчальних днів / 10 training days
Мова(и) викладання / Language(s) of instruction	Українська мова / Ukrainian language
Напрямок(и) підвищення кваліфікації, який (які) охоплює програма / Area(s) of professional development covered by the programme	Глибокі технології /Deep Tech General
Перелік професійних компетентностей, на підвищення рівня яких спрямовано програму / List of professional competencies that the programme aims to improve	Здатність аналізувати енергетичні системи на основі відновлюваних джерел енергії, оцінювати їх енергетичну ефективність, екологічні переваги та можливості інтеграції у сучасні енергетичні мережі. Уміння здійснювати техніко-економічне обґрунтування біоенергетичних технологій, включно з вибором типу сировини, обладнання та шляхів утилізації відходів. Компетентність у застосуванні системного підходу та оцінки життєвого циклу (LCA) для

	визначення сталості біоенергетичних процесів і технологій. Компетентність у використанні інноваційних технологій та інженерного дизайну для підвищення ефективності, надійності та сталості біоенергетичних процесів. / Ability to analyse energy systems based on renewable energy sources and to assess their energy efficiency, environmental benefits, and integration potential into modern energy networks. Ability to carry out the technical and economic justification of bioenergy technologies, including the selection of raw materials, equipment, and waste disposal methods. Competence in applying a systematic approach and life cycle assessment (LCA) to determine the sustainability of bioenergy processes and technologies. Competence in using innovative technologies and engineering design to improve the efficiency, reliability, and sustainability of bioenergy processes.
Укладач(и) програми / Programme developer(s)/	Трегуб Микола Іларіонович, доктор технічних наук, професор Чуба В'ячеслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент Мазур Тетяна Григорівна, директор ІПН БНАУ, доцент, ipncsvm@btsau.edu.ua
2. Загальна мета / General objective	
Програма направлена на підвищення ефективності освіти за рахунок інтеграції вищих навчальних закладів в інноваційні екосистеми та ланцюги створення вартості Європи. Формування у слухачів системного розуміння сучасних підходів до розвитку біоенергетичних систем у контексті циркулярної економіки, ознайомлення з технологіями перетворення біомаси та відходів у енергію, а також набуття знань і практичних навичок з оцінки ефективності, екологічності та інноваційності біоенергетичних систем. / The programme aims to increase the effectiveness of education by integrating higher education institutions into innovative ecosystems and value chains in Europe. It seeks to provide students with a systematic understanding of modern approaches to the development of bioenergy systems in the context of the circular economy, familiarise them with technologies for converting biomass and waste into energy, and equip them with the knowledge and practical skills required to assess the efficiency, environmental performance, and innovativeness of bioenergy systems.	
3. Очікувані результати навчання / Expected learning outcomes	
За результатами навчання слухачі мають демонструвати: / As a result of the training, participants should demonstrate:	
знання / knowledge	основних понять, принципів та концепцій біоенергетики і циркулярної економіки, їх

	взаємозв'язок і роль у забезпеченні сталого розвитку; типів біомаси та відходів, придатних для енергетичного використання, їхні фізико-хімічні властивості, потенціал і шляхи залучення у виробництво енергії; сучасні технології перетворення біомаси в енергію — анаеробне зброджування, газифікація, піроліз, біодизель, біоетанол, комбіновані процеси; методів оцінювання енергетичного, економічного та екологічного потенціалу біоенергетичних систем. сучасних тенденцій, інноваційних напрямів та перспективи розвитку біоенергетики в Україні та у світі. / basic concepts and principles of bioenergy and the circular economy, their interrelationship, and their role in ensuring sustainable development; types of biomass and waste suitable for energy use, their physical and chemical properties, potential, and pathways for their use in energy production; modern technologies for converting biomass into energy, including anaerobic digestion, gasification, pyrolysis, biodiesel, bioethanol, and integrated processes; methods for assessing the energy, economic, and environmental potential of bioenergy systems; current trends, innovative directions, and prospects for the development of bioenergy in Ukraine and worldwide.
уміння / skills	аналізу та моделювання біоенергетичних процесів; використання цифрових технологій і системного підходу в управлінні біоенергетичними установками; розроблення інтегрованих рішень у сфері відновлюваної енергетики відповідно до принципів сталого розвитку та циркулярності; / analysis and modelling of bioenergy processes; application of digital technologies and a systems approach to the management of bioenergy facilities; development of integrated solutions in renewable energy in line with the principles of sustainable development and circularity.

навички / abilities	оцінювання потенціалу біомаси; вибору технологій ; визначення економічної доцільності впровадження біоенергетичних проектів. / assessment of biomass potential; selection of technologies; determination of the economic feasibility of implementing bioenergy projects.
4. Викладання та навчання (методи навчання, форми проведення навчальних занять)	
Навчання може здійснюватися на навчальній платформі Moodle BNAU, YouTube, Google сайт БНАУ, яке включає опрацювання інтерактивних лекцій, виконання практичних занять, самостійне опрацювання запропонованих ресурсів, тестовий контроль знань	
5. Оцінювання і форми поточного, підсумкового контролю	
Критерії оцінювання та їх питома вага у підсумковій оцінці (%)	Проходження дистанційного навчання – 70% Підсумковий контроль – 30%
Форма підсумкового контролю	Тестування

СТРУКТУРА ПРОГРАМИ

№	Назва розділу та теми / Section title and topics	Кількість годин / duration in hours				Лектор / Lecturer
		загальна кількість годин / кредитів ECTS	у тому числі / including			
			Лекції / Lectures	практично-семінарські заняття / practical and seminar	Самостійна робота / Personal activities	
1	1	2	4	5	6	
1	Загальні відомості про проект COPILOT, що реалізується в рамках Ініціативи EIT HEI «Розбудова інноваційного потенціалу вищої освіти»./ General information about the COPILOT project, implemented as part of the EIT HEI Initiative ‘Building the Innovation Capacity of Higher Education’. Тема 1: Вступ до біоенергетики та циркулярної економіки (Поняття біомаси, біоенергетика, біосировина, їх роль у глобальній енергетичній трансформації. Концепція циркулярної економіки: заміна лінійної моделі «видобуток-виготовлення-викид» на модель замкнутих циклів. Біоенергетика як інструмент реалізації принципів сталості.) / Theme 1: Introduction to Bioenergy and the Circular Economy (This theme introduces the fundamental concepts of biomass, bioenergy, and bio-based raw materials, emphasizing their role in the global energy transition. It examines the principles of the circular	12/0,4	2	2	8	Vice-Rector for Educational, Educational and International Activities, Bila Tserkva National Agrarian Universit Doctor of Agriculture, Professor, Tetiana Dyman

	economy, focusing on the transition from the linear extract-manufacture-dispose model to closed-loop systems. Special attention is given to bioenergy as a key instrument for implementing sustainability principles in the energy sector.)					
2	Тема 2: Технології перетворення біомаси та відходів у енергію (Типи біомаси (залишкова, відходи агро/лісового господарства, харчові відходи) та їх характеристики. Основні технології: анаеробне зброджування (біогаз), газифікація, піроліз, комбіновані процеси, біодизель, біоетанол. Вимоги до сировини, енергетична ефективність, проблеми та обмеження.) / Theme 2. Technologies for Converting Biomass and Waste into Energy (Types of biomass, including residual biomass, agricultural and forestry waste, and food waste, and their main physical and chemical characteristics. Overview of key conversion technologies such as anaerobic digestion (biogas production), gasification, pyrolysis, combined and hybrid processes, as well as liquid biofuel production technologies (biodiesel and bioethanol). Analysis of feedstock requirements, energy efficiency indicators, technological challenges, and limitations of biomass and waste-to-energy conversion systems).	12/0,4	2	2	8	Асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Омаров І.С. Кандидат біологічних наук, доцент кафедри садово-паркового господарства, Крупа Н.М.- Assistant, Department of electric power, electrical engineering and electromechanics Ivan Omarov Associate professor, Department of landscape gardening Natalia Krupa

3	Тема 3: Інтеграція біоенергетичних систем у циркулярні ланцюги (Концепції: каскадне використання, «відходи як ресурс», індустріальний симбіоз. Приклади систем: біогазові установки із використанням харчових і агро-відходів, повернення залишків у ґрунт (деджестат, біочар) тощо Моделі багатофакторної інтеграції: енергетика + сільське господарство + відходи.) / Theme 3. Integration of Bioenergy Systems into Circular Value Chains (This theme focuses on the integration of bioenergy systems into circular value chains within the framework of sustainable development. Key concepts include cascade use of resources, the principle of “waste as a resource,” and industrial symbiosis. Students examine practical examples such as biogas plants utilizing food and agricultural waste, with particular attention to the return of process residues (e.g., digestate and biochar) to the soil. The theme also explores models of multifactorial integration that combine energy production, agricultural systems, and waste management).	12/0,4	2	2	8	Доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Чуба В.В. Доцент кафедри загальної екології та екотрофології Мазур Т.Г. Associate professor, Department of electric power, electrical engineering and electromechanics, Viacheslav Chuba associate professor of the Department of General Ecology and Ecotrophology Tetiana Mazur
5	Тема 4: Інновації, цифровізація та системний підхід у біоенергетиці (Новітні технології: модульні газифікатори, виробництво біочару, біометану, утилізація CO₂. Роль цифрових технологій, IoT, штучного інтелекту у контролі, оптимізації біоенергетичних установок. Системний підхід: аналіз життєвого циклу (LCA), показники ресурсної ефективності.) / Theme 4: Innovation, Digitalisation, and a Systematic Approach in Bioenergy (This theme focuses on modern technological and digital innovations in the bioenergy sector and the application of a systemic approach to the design, operation, and assessment of bioenergy systems. Topics include: Advanced bioenergy	12/0,4	2	2	8	Аспірантка кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства, Димань Н.О. Кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Чуба В.В. Postgraduate, Department of agriculture, agrochemistry and soil science Natalia Dyman, Associate professor.

	technologies, including modular gasifiers, biochar production, biomethane production, and CO₂ utilisation. • Application of digital technologies, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence for monitoring, control, and optimisation of bioenergy plants. • Systemic and holistic approaches to bioenergy systems, including life cycle assessment (LCA) and resource efficiency indicators).					Department of electric power, electrical engineering and electromechanics Viacheslav Chuba
6	Тема 5: Сталый розвиток та економіка біоенергетичних систем у контексті циркулярності (Економічні аспекти: бізнес-моделі, мультидоходні системи (енергія + добриво + біопродукти) та фінансування. Політика та нормативи: підтримка відновлюваних джерел, стимулювання біоенергетики, інтеграція у циркулярну економіку. Перспективи сталого розвитку: зв'язок з кліматичними цілями, відновлення екосистем, соціальні аспекти.) / Theme 5: Sustainable Development and Economics of Bioenergy Systems in the Context of Circularity (Economic aspects: business models, multi-income systems (energy + fertilisers + bioproducts), and financing. Policy and regulations: support for renewable energy sources, promotion of bioenergy, and integration into the circular economy. Prospects for sustainable development: links to climate goals, ecosystem restoration, and social aspects.)	10/0,34	2	2	6	Доцент кафедри геодезії, землеустрою та інженерії безпілотних технологій Камінецька О.В. Associate professor Department of geodesy, land management and engineering of unmanned technologie Oksana Kaminetska,
7	Підсумковий контроль результатів навчання / Summative assessment of learning outcomes	2/0,06			2	Завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,

						професор Трегуб М.І. Head of department electric power, electrical engineering and electromechanics, professor Mykola Trehub
	РАЗОМ	60/2	10	10	40	

Завідувач кафедри електроенергетики,
 електротехніки та електромеханіки, професор

Микола ТРЕГУБ

Доцент кафедри електроенергетики,
 електротехніки та електромеханіки

В'ячеслав ЧУБА

Директор інституту післядипломного
 навчання БНАУ, доцент

Тетяна МАЗУР