

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

03-02-60S

СИЛАБУС навчальної дисципліни SYLLABUS academic discipline	Виробництво і використання біогазу та біометану	
	Production and use of biogas and biomethane	
Шифр за ОП Code in Degree Program	BK 2.2	
Освітній рівень Level of Education	Магістерський (другий)	
	Master's (second)	
Галузь знань Field of Knowledge	19	Архітектура та будівництво Architecture and Construction
Спеціальність Field of Study	192	Будівництво та цивільна інженерія Construction and Civil Engineering
Освітня програма Degree Program	Теплогазопостачання і вентиляція (ID 73)	
	Heat and Gas Supply and Ventilation (ID 73)	

РІВНЕ – 2024

Силабус навчальної дисципліни «Виробництво і використання біогазу та біометану» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Рівне. НУВГП. 2024. 20 с.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/26655/>

Розробник силабусу: Сергій ПРОЦЕНКО, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Силабус схвалений на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки
Протокол № 1 від 31 січня 2024 року

Завідувач кафедри: Микола КІЗЄЄВ, канд. техн. наук, доцент

Керівник (гарант) ОП: Микола КІЗЄЄВ, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІБА
Протокол № 5 від 19 березня 2024 року


Голова науково-методичної ради з якості ННІБА: Руслан МАКАРЕНКО, канд. техн. наук, професор

Попередня версія силабусу – розроблений уперше

© НУВГП, 2024

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
Виробництво і використання біогазу та біометану	
ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	магістр
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія
Рік навчання, семестр	1-й рік, 2-й семестр
Кількість кредитів	3
Лекції, годин:	16 (денна) / 2 (заочна)
Практичні заняття:	14 (денна) / 8 (заочна)
Самостійна робота:	60 (денна) / 80 (заочна)
Курсова робота:	ні
Форми навчання	денна / заочна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА

<p>Лектор</p> 	<p>Сергій ПРОЦЕНКО, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки</p>
<p>Вікіситет</p>	<p>http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Проценко_Сергій_Борисович</p>
<p>ORCID</p>	<p>https://orcid.org/0000-0002-1292-0651</p>
<p>Як комунікувати</p>	<p>s.b.protsenko@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE</p>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

Мета та завдання

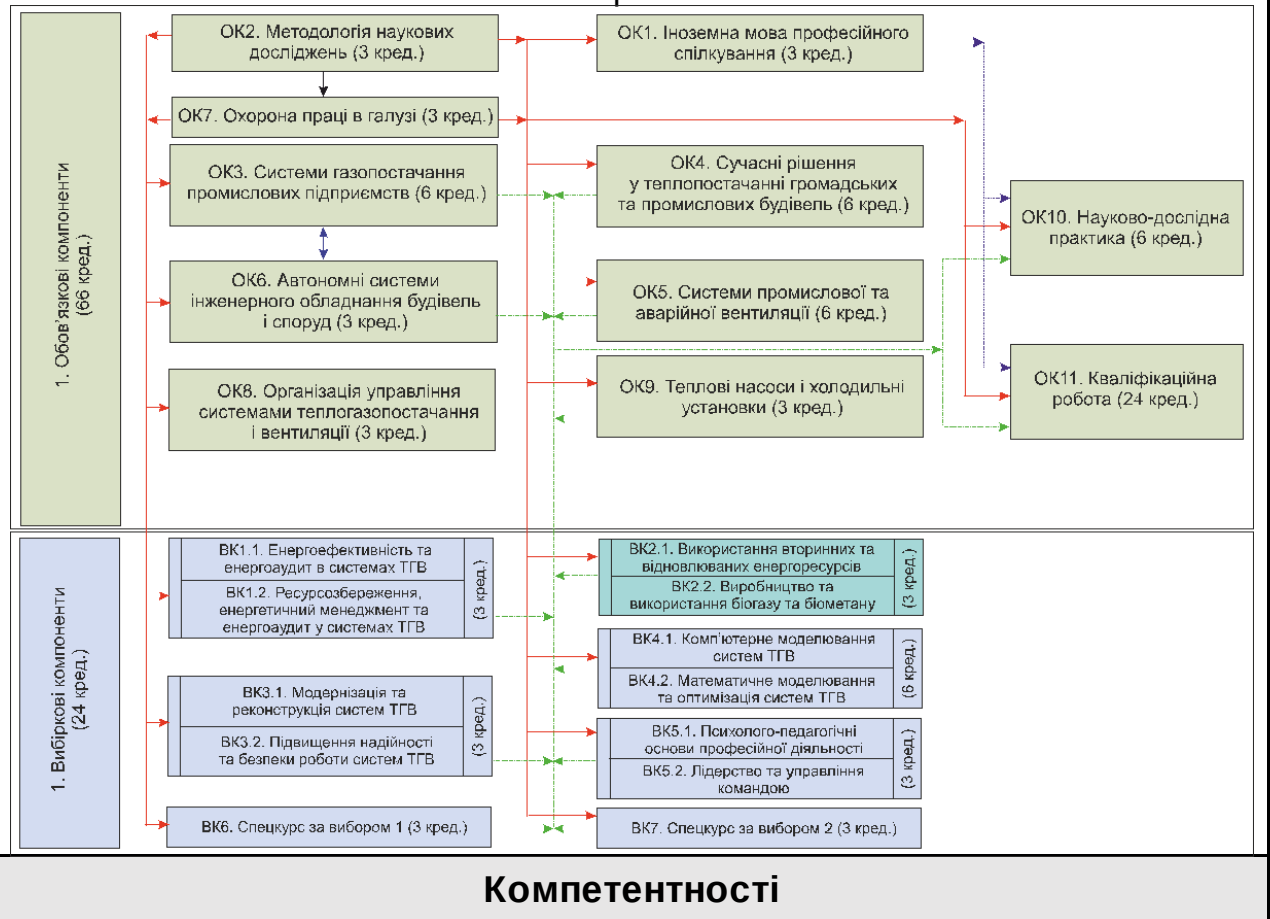
Формування теоретичних знань та практичних навичок з виробництва і використання біогазу та біометану. Теоретична і практична підготовка з таких питань: основні положення та вимоги державних норм і стандартів до виробництва і використання біогазу та біометану, види сировини, технологічні процеси, установки для виробництва біогазу та біометану, їхні конструкції, класифікація та технічні характеристики, використання побічних продуктів виробництва.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їх освітніх компонентів

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=6059>
<https://start.nuwm.edu.ua/osvitni-prohramy/item/teplohazopostachannia-i-ventyliatsiia-mahistr>
<https://nuwm.edu.ua/nni-ba/vybirkovi-dystsypliny/item/vyrobnytstvo-i-vykorystannia-biohazu-ta-biometanu-thv>

Передумови вивчення (місце освітнього компонента в структурно-логічній схемі)

Навчальна дисципліна «Виробництво і використання біогазу та біометану» (ВК 2.2) є вибіркоvim компонентом освітньої програми і викладається у другому семестрі першого року магістратури. Вивченню даної дисципліни передують засвоєння таких освітніх компонентів, як «Системи газопостачання промислових підприємств» (ОК3), «Автономні системи інженерного обладнання будівель і споруд» (ОК6), «Організація управління системами теплогазопостачання і вентиляції» (ОК8). Вона є підґрунтям для виконання кваліфікаційної роботи (ОК11). Міждисциплінарні зв'язки показані в наведеній нижче структурно-логічній схемі ОП «Теплогазопостачання і вентиляція».



Загальні компетентності

ЗК03. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК04. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Прагнення до збереження довкілля.

Фахові компетентності

СК01. Здатність інтегрувати знання з інших галузей і спеціалізовані концептуальні знання у сфері будівництва та цивільної інженерії, у поєднанні з дотриманням чинних нормативно-правових документів, для розв'язання складних задач у широких або мультидисциплінарних контекстах.

СК02. Здатність до критичного осмислення сучасних проблем у сфері будівництва та цивільної інженерії для розв'язання складних задач професійної діяльності.

СК03. Здатність розробляти та реалізовувати проєкти у сфері будівництва та цивільної інженерії.

СК09. Здатність ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проєктними ресурсами у сфері будівельного виробництва.

Програмні результати навчання (ПРН)

PH01. Проектувати будівлі і споруди (відповідно до спрямування), в тому числі з використанням засобів комп'ютерного проектування.

PH02. Приймати ефективні проєктні та технічні рішення, враховуючи особливості об'єкта будівництва, аспекти соціальної та етичної відповідальності, техніко-економічного обґрунтування, визначення оптимального режиму його функціонування та впровадження заходів з ресурсо- та енергозбереження.

PH03. Проводити технічну експертизу проєктів об'єктів будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спрямування), здійснюючи контроль відповідності проєктів і технічної документації завданням на проектування, технічним умовам та іншим чинним нормативно-правовим документам у сфері архітектури та будівництва.

PH04. Забезпечувати якість при реалізації об'єктів будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спрямування).

PH07. Розробляти заходи з охорони праці та довкілля при проведенні досліджень та у виробничій діяльності.

PH08. Підбирати сучасні матеріали, технології і методи виконання будівельних робіт, враховуючи архітектурно-планувальну, конструктивну частину проєкту та виробничу базу будівельної організації (відповідно до спрямування).

PH09. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

PH11. Управляти складними, непередбачуваними будівельними процесами, які потребують нових стратегічних підходів, включаючи здатність аналізувати та визначати технічний стан пошкоджених будівель, споруд та інженерних мереж і розробляти інноваційні проєкти їхнього відновлення (відповідно до спрямування).

PH12. Відслідковувати найновіші досягнення в системах теплогазопостачання і вентиляції, застосовувати їх для впровадження інновацій.

PH13. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі будівництва та цивільної інженерії для розв'язування складних задач професійної діяльності.

PH16. Виконувати техніко-економічні розрахунки, оцінки та порівняння при проектуванні, зведенні та експлуатації систем і об'єктів будівництва та цивільної інженерії.

Структура та зміст освітнього компонента

Освітній компонент складається з одного змістового модуля і включає 8 тем.

Тема 1. Загальний огляд виробництва і використання біогазу та біометану в Європі та в Україні. Поточний стан та перспективи розвитку виробництва і використання біогазу та біометану. Європейські плани та зобов'язання в розрізі коротко- (2030) та довгострокових (2050) перспектив. Сучасні технології виробництва біометану та його синергія із «зеленим» воднем. Поточний стан розвитку виробництва біометану в Україні – потенціал та перспективи, особливості ринку як частини загальноєвропейської системи. Найкращі європейські практики щодо виробництва біогазу і біометану та можливості їхнього впровадження в Україні.

Тема 2. Сировинна база виробництва біогазу та біометану. Методи зберігання та підготовки сировини до анаеробного зброджування. Джерела сировини для виробництва біогазу і біометану та їхня класифікація. Склад, основні властивості та характеристики різних типів сировини. Питомий вихід біогазу/метану з різних типів сировини, фактори, що впливають на нього. Логістичні концепції сировини для біогазових та біометанових заводів. Збір поживних решток для виробництва біогазу і біометану: методи збору, обладнання, логістика, капітальні (CAPEX) та експлуатаційні (OPEX) видатки. Попередня обробка сировини (брикетування, гранулювання). Методи консервації та зберігання сировини, їх вплив на вихід біогазу та технологію зброджування.

Тема 3. Споруди та обладнання біогазових установок. Ключові компоненти біогазових установок (БГУ): сировина, її підготовка, логістика та система подачі, біореактори, система відведення біогазу. Технологічні режими анаеробного зброджування. Схеми біогазових станцій. Температурні режими метанового бродиння. Класифікація ферментерів. Вибір типу ферментера за видом сировини. Основи технологічного проектування біогазових реакторів.

Тема 4. Технології анаеробного зброджування сировини для виробництва біогазу і біометану. Теоретичні основи процесу метанового бродиння. Стадії процесу та їхня швидкість. Основні фактори позитивного і негативного впливу на різних стадіях процесу. Біологія анаеробного ферментера. Кінетика процесів метанового бродиння. Параметри та контроль процесу. Моніторинг робочого стану ферментера та аналіз ефективності його роботи. Основні підходи до стабілізації та оптимізації процесу анаеробного зброджування.

Тема 5. Технології очищення та збагачення біогазу до рівня біометану. Порівняння типового складу біогазу з БГУ та вимог до складу природного газу і біометану. Основні матеріальні потоки та побічні продукти процесів збагачення біогазу. Методи видалення небажаних компонентів з біогазу на етапі попередньої обробки. Класифікація основних методів збагачення біогазу до біометану. Порівняння принципів і основних виробничих характеристик технологій збагачення біогазу. Питомі виробничі видатки. Європейська статистика поширення різних технологій. Матеріальні баланси при збагаченні біогазу. Технології зрідження CO₂ від збагачення біогазу.

Тема 6. Методи обробки та використання дигестату біогазових установок. Основні властивості та характеристики дигестату БГУ. Роль дигестату у відновленні родючості ґрунтів. Управління якістю дигестату. Методи обробки і збагачення дигестату та продукти на його основі. Стандартизація та сертифікація якості дигестату. Використання дигестату та технології його внесення у ґрунти. Економічні аспекти переробки та використання дигестату.

Тема 7. Використання біогазу і біометану. Біогаз і біометан як джерела енергії та шляхи їх використання. Комбіноване виробництво (когенерація) теплової та електричної енергії в Європі, обладнання для когенерації (ДВЗ, мікротурбіни тощо). Виробництво електроенергії з біогазу в Україні. Виробництво та використання теплової енергії з біогазу. Вигоди для виробників біогазу від подачі

біометану в газову мережу. Вимоги газотранспортної та газорозподільної мереж до якості біометану. Порядок приєднання виробників біометану до газотранспортної та газорозподільної мереж. Обладнання для подачі біометану в газові мережі та вимірювання його якісних характеристик. Вартість підключення до газових мереж та супутнього обладнання. Тенденції використання біометану як моторного палива, розвиток відповідної інфраструктури. Основні способи отримання стисненого (bio-CNG) або зрідженого (bio-LNG) біометану.

Тема 8. Екологічні, економічні та безпекові аспекти виробництва біогазу і біометану. Кліматична роль біогазових технологій. Вуглецевий слід виробництва біометану. Шляхи скорочення емісії парникових газів (GHG) у біогазових комплексах і системах. Формування цін на біометан. Сталість виробництва біометану, система гарантій походження (GoO), скорочення викидів парникових газів (Директива RED II). Сертифікація виробників біометану та торгівля з європейськими клієнтами. Розробка бізнес-моделей з виробництва та використання біометану включно з вуглецевими квотами та компенсацією вуглецевого сліду. Основні ризики та безпека при виробництві біогазу і біометану.

Викладання освітнього компонента передбачає проведення лекційних і практичних аудиторних занять та самостійну роботу студентів.

Розподіл змістових модулів і тем за годинами

Назви змістових модулів і тем	Разом годин, денна/заочна	лек.	пр.	ін.	СР
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Загальний огляд виробництва і використання біогазу та біометану в Європі та в Україні	11/11	2/1	1/1	–	8/9
Тема 2. Сировинна база виробництва біогазу та біометану. Методи зберігання та підготовки сировини до анаеробного зброджування	11/11	2/1	1/1	–	8/9
Тема 3. Споруди та обладнання біогазових установок	12/12	2/–	2/1	–	8/11
Тема 4. Технології анаеробного зброджування сировини для виробництва біогазу і біометану	12/12	2/–	2/1	–	8/11
Тема 5. Технології очищення та збагачення біогазу до рівня біометану	11/11	2/–	2/1	–	7/10
Тема 6. Методи обробки та використання дигестату біогазових установок	11/11	2/–	2/1	–	7/10
Тема 7. Використання біогазу і біометану	11/11	2/–	2/1	–	7/10
Тема 8. Екологічні, економічні та безпекові аспекти виробництва біогазу і біометану	11/11	2/–	2/1	–	7/10
Усього годин	90/90	16/2	14/8	–	60/80

* лек. – лекції, годин; пр. – практичні заняття, годин; ін. – індивідуальне завдання, годин; СР – самостійна робота, годин

Теми практичних занять

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин, денна/заочна форми навчання
Змістовий модуль 1		
1	Знайомство з успішними прикладами практичної реалізації проєктів біогазових і біометанових установок в ЄС та в Україні	2/1
2	Знайомство з методами визначення питомого виходу біогазу/метану при зброджуванні різних видів сировини	2/1
3	Знайомство з методами складання матеріальних балансів у системі сировина-біогаз-дигестат	2/1
4	Знайомство з практичними прикладами використання біогазу і біометану для виробництва електричної і теплової енергії в Європі та в Україні	2/1
5	Зонування виробництва біометану та оцінка можливостей і умов підключення виробників біометану до систем передачі та розподілу газу в Україні	2/1
6	Знайомство з прикладами використання біометану як моторного палива для наземного та морського транспорту. Перспективи транспортного використання біометану в Україні	2/1
7	Знайомство з прикладами техніко-економічного обґрунтування виробництва та використання біогазу і біометану	2/2
Разом в ОК		14/8

Самостійна робота

№ з/п	Тема
1	Основні політичні документи ЄС, що стосуються виробництва біогазу і біометану
2	Моделювання процесів метанового бродиння
3	Технології метанації газів
4	Знайомство з методами оцінки скорочень викидів парникових газів при виробництві біометану з різних видів сировини
5	Охорона праці при виробництві біогазу і біометану
6	Правові підстави для комерціалізації дигестату в ЄС
7	Успішні практики розробки технологій з виробництва біометану у країнах світу.
8	Державна підтримка розвитку біометанових технологій у країнах ЄС
9	Перспективи створення реєстру біометану та видача гарантій походження біометану в Україні
10	Перспективи торгівлі біометаном з європейськими клієнтами в Україні

Форми та методи навчання

Методи викладання та навчання:

- демонстрація;
- навчальна дискусія/дебати;
- case study/аналіз ситуацій.

Технології викладання та навчання:

- робота в малих групах (у команді) – спільна діяльність здобувачів у групі під керівництвом лідера, що спрямована на вирішення загальної задачі шляхом творчого складання результатів індивідуальної роботи членів команди з розподілом повноважень і відповідальності;
- індивідуальне навчання – вибудовування здобувачем власної освітньої траєкторії на основі формування індивідуальної освітньої програми з урахуванням його / її інтересів;
- аналіз конкретних ситуацій (case study) – аналіз реальних проблемних ситуацій, що мали місце у відповідній галузі професійної діяльності, і пошук варіантів найкращих рішень.

Інтерактивні технології викладання та навчання:

- модульне навчання – використання знань, умінь тощо у вигляді:
 - o окремих модулів, автономних частин курсу, що інтегруються з іншими його частинами;
 - o блоків взаємопов'язаних курсів, які можна вивчати незалежно від іншого блока дисципліни;
- контекстне навчання – мотивація студентів до засвоєння знань, умінь тощо шляхом виявлення зв'язків між конкретним знанням, умінням тощо та його застосуванням;
- розвиток критичного мислення – освітня діяльність, що спрямована на розвиток у здобувачів розумного, рефлексивного мислення, яке дає можливість висувати нові ідеї та бачити нові можливості;
- міждисциплінарне навчання – використання знань з різних предметних областей, їхнє групування і концентрація в контексті розв'язуваної задачі.

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Під час проведення лекційних і практичних занять використовуються мультимедійні презентації та навчальні відеофільми, роздатковий матеріал, приклади успішних проєктів виробництва та використання біогазу і біометану в Європі та в Україні, інформаційні стенди й обладнання спеціалізованих аудиторій кафедри.

Під час виконання самостійних завдань застосовуються електронні версії навчальних, методичних і довідкових літературних джерел, інформаційні ресурси Інтернету.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Форма підсумкового контролю – залік.
Освітній компонент оцінюється за національною та 100 бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти отримують від викладача та/або силабусу інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролів на початку вивчення освітнього компонента.

Семестровий поточний контроль передбачає перевірку засвоєння лекційного матеріалу, виконання практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування (модульних контролів) на університетській платформі MOODLE. Здають модульний контроль у формі тестування відповідно до графіка, що доводиться на університетській платформі MOODLE.

Розподіл балів

Назви змістових модулів і тем	Разом, балів	лек.	пр.	ін.	СР
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Загальний огляд виробництва і використання біогазу та біометану в Європі та в Україні	0-6	0-4	0-1	–	0-1
Тема 2. Сировинна база виробництва біогазу та біометану. Методи зберігання та підготовки сировини до анаеробного зброджування	0-6	0-4	0-1	–	0-1
Тема 3. Споруди та обладнання біогазових установок	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Тема 4. Технології анаеробного зброджування сировини для виробництва біогазу і біометану	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Тема 5. Технології очищення та збагачення біогазу до рівня біометану	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Тема 6. Методи обробки та використання дигестату біогазових установок	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Тема 7. Використання біогазу і біометану	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Тема 8. Екологічні, економічні та безпекові аспекти виробництва біогазу і біометану	0-8	0-4	0-3	–	0-1
Усього	0-60	0-32	0-20	–	0-8
Модульний контроль 1			0-20		
Модульний контроль 2			0-20		
Разом			0-100		

Посилання на нормативні документи, що регламентують проведення поточного і підсумкового контролів знань студентів та можливість подання ними апеляції: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/>.

Поточна складова оцінювання формується таким шляхом:

- контроль засвоєння лекційного матеріалу (до 4 балів за тему);
- контроль виконання практичних завдань (до 3 балів за одне заняття);
- контроль самостійної роботи (до 1 балу за тему);
- модульний контроль (до 40 балів).

Контрольні завдання для проведення семестрового підсумкового контролю складаються в кількості, що достатня для досягнення максимальної об'єктивності оцінювання рівня підготовленості здобувача вищої освіти, який проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Шкала оцінювання модульних контролів така:

- модульний контроль 1 – 0-20 балів;
- модульний контроль 2 – 0-20 балів;
- всього за модульні контролі 1, 2 – 0-40 балів.

Структура оцінки поточного контролю (модулі 1, 2) та підсумкового контролю знань (залік) передбачає три рівні складності тестових завдань (1 – достатній рівень складності, 2 – вище достатнього рівня складності, 3 – високий рівень складності), що відображено в таблицях нижче.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (модулі 1 і 2)

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	15	0,8	12	1	15
Вище достатнього рівня складності	4	1	4	2,5	10
Високого рівня складності	1	4	4	5	5
Разом	20	X	20	X	30

Підсумкова складова оцінювання у формі контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі заліку

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,8	24	1	30
Вище достатнього рівня складності	8	1	8	2,5	20

Високого рівня складності	2	4	8	5	10
Разом	40	X	40	X	60

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результатів самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями (у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа):

- 0% – завдання не виконане;
- 40% – завдання виконане частково, висновки не аргументовані і не конкретні, звіт підготовлений недбало;
- 60% – завдання виконане повністю, висновки містять окремі недоліки, судження студента не достатньо аргументовані, звіт підготовлений з незначним відхиленням від вимог;
- 80% – завдання виконане повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки несистемного характеру;
- 100% – завдання виконане правильно, вчасно і без зауважень.

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами – за 100-бальною та за національною.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
90–100	зараховано
74-89	
60-73	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Умови отримання додаткових балів такі:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітнього компонента) – до 5 балів;
- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітнього компонента) – до 10 балів;
- підготовка наукової публікації за темою освітнього компонента – до 15 балів;
- підготовка наукової роботи на конкурс наукових робіт за темою освітнього компонента – до 15 балів.

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна література

1. [Outlook for biogas and biomethane](#). Prospects for organic growth. World Energy Outlook Special Report. IEA, 2020. 93 p.
2. Гелету́ха Г., Кучеру́к П., Матвєєв Ю. [Перспективи виробництва біометану в Україні](#). Аналітична записка UABIO, № 29, 2022. 60 с.
3. [Виробництво і використання біогазу в Україні](#). Рада з питань біогазу з. т. / Biogasrat e.V. 2012. 74 с.
4. Едер Б., Шульц Х. [Біогазові установки](#) : практ. посіб. Zorg Biogas, 2011. 268 с.
5. [Настанова з біогазу. Від отримання до використання](#). 5-е повн. перероб. вид. Агенція з відновлюваних ресурсів (FNR), Гюльцов, Німеччина, 2010. 215 с.

Допоміжна література

6. [Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року](#). Гелету́ха Г. Г., Желєзна Т. А., Матвєєв Ю. Б. та ін. Аналітична записка UABIO, № 26, 2020. 54 с.
7. [Виробництво енергії з біомаси в Україні](#). Технології, розвиток, перспективи. / Ін-т технічної теплофізики НАН України; за ред. Г. Гелету́хи. Київ : Академперіодика, 2022. 373 с.
8. Biological Wastewater Treatment Series. Volume Four. [Anaerobic Reactors](#). By C. A. de L. Chernicharo. London – New York, IWA Publishing, 2007. 190 p.
9. [Process monitoring in biogas plants](#). Technical Brochure written by: V. Drosig. IEA Bioenergy, 2013. 38 p.
10. Кучеру́к П. П. [Підвищення ефективності виробництва біогазу шляхом сумісного метанового бродіння гнойових відходів та силосу кукурудзи](#). Дисертація на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. Київ : Інститут технічної теплофізики, 2016. 164 с.
11. [Biogas Drying and Purification Methods](#). F. Mwacharo, S. Bhandari, A. Othman, A.-R. Rautio. Centria University of Applied Sciences, 2020. 53 p.
12. Крамар В. Г. [Технології збагачення біогазу та їх характеристики](#). *Теплофізика та теплоенергетика*, 2023, т. 45, № 1. С. 64-74.
13. [Technologies for Biogas Upgrading to Biomethane](#): A Review. A. I. Adan, M. Y. Ong, S. Nomanbhay, K. W. Chew, P. L. Show. *Bioengineering*, 2019, 6, 92. 23 p.

14. [Digestate as Fertilizer](#). Application, upgrading and marketing. Fachverband Biogas e.V., 2018. 64 p.
15. [Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer](#). T. Al Seadi, C. Lukehurst. IEA Bioenergy, 2012. 40 p.
16. [Biogas to Biomethane](#). Flexible energy supply from biomass. Fachverband Biogas e.V., 2017. 68 p.
17. [Sustainable Heat Use of Biogas Plants](#). A Handbook. 2nd ed. WIP Renewable Energies, Munich, Germany, 2015. 92 p.
18. [Biomethane zoning and assessment of the possibility and conditions for connecting of biomethane producers to the gas transmission and distribution systems of Ukraine](#). Final report. Ver. 01, 018/11/2021. Prepared by SEC "Biomass" & LLC Dentons Europe, 2021. 191 p.
19. [European Biomethane Benchmark](#). C. De Lorgeril. *SIA-partners*, May 2022. 32 p.
20. [Biogas](#). Київ : ЮНІДО, 2015. 48 с.
21. [Biogas Handbook](#). T. A. Seadi, D. Rutz, H. Prassl, et al. University of Southern Denmark Esbjerg, Esbjerg, Denmark, 2008. 126 p.
22. Школяр В. О. [Підвищення ефективності та екологічної чистоти роботи біогазової когенераційної установки](#). Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра. Київ : НТУ України, КПІ ім. І. Сікорського, 2023. 116 с.
23. [Біоенергія. Загальна інформація. Тверде біопаливо. Рідке біопаливо. Біогаз](#). Агенція з відновлюваних ресурсів (FNR), Гюльцов, Німеччина, 2012. 28 с.
24. [Біогаз на основі відновлюваної сировини. Порівняльний аналіз шістдесяти однієї установки з виробництва біогазу в Німеччині](#). Агенція з відновлюваних ресурсів (FNR), Гюльцов, Німеччина, 2010. 118 с.
25. [Розвиток біогазових технологій в Україні та Німеччині: нормативно-правове поле, стан та перспективи](#). Агенція з відновлюваних ресурсів (FNR), Київ – Гюльцов, Україна – Німеччина, 2013. 72 с.
26. Матвеев Ю. Б. [Огляд існуючих БГУ, перспективи розвитку](#). Київ : Біоенергетична асоціація України, 2016. 25 с.

27. [Біогаз на сільському подвір'ї](#) : серія «Робимо самі» / укл. А. А. Шомін. Балаклея : Інф.-видав. комп. «Балаклійщина», 2002. 68 с.

Нормативна література

28. [Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану»](#). № 1820-IX від 21 жовтня 2021 року.

29. [Порядок функціонування реєстру біометану.](#), Постанова Кабінету Міністрів України від 22 липня 2022 р. № 823.

30. [Директива \(ЄС\) 2023/2413](#) Європейського Парламенту та Ради від 18 жовтня 2023 року про внесення змін до Директиви (ЄС) 2018/2001, Регламенту (ЄС) 2018/1999 та Директиви 98/70/ЄС щодо заохочення використання енергії з відновлюваних джерел та скасування Директиви Ради (ЄС) 2015/652.

31. [Меморандум про взаєморозуміння між Україною та ЄС щодо стратегічного партнерства у сфері біометану, водню та інших синтетичних газів.](#)

32. [Проект Закону про внесення змін до Митного кодексу України щодо митного оформлення біометану.](#) № 9456 від 03.07.2023.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>.

2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua>.

3. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua>.

4. Біоенергетична асоціація України (UABIO). URL: <https://uabio.org/>.

5. European Biogas Association (EBA). URL: <https://www.europeanbiogas.eu/>.

6. Національний центр обліку викидів парникових газів. URL: <https://nci.org.ua/>.

7. Ціни на біометан. URL: <https://agriportance.com/tools/biomethan-entwicklung-preise>.

Поєднання навчання та досліджень

Поєднання навчання та досліджень можливе такими шляхами:

- 1) участі здобувачів вищої освіти в роботі студентських наукових гуртків;
- 2) залучення до виконання кафедральних бюджетних та комерційних наукових робіт НУВГП;
- 3) підготовки доповідей та виступів до студентських конференцій різних рівнів, у т. ч. міжнародних;
- 4) підготовки наукових робіт до Всеукраїнських конкурсів, у т. ч. Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Аналітичні навички, відкритість, вміння працювати в команді, здатність до навчання, здатність логічно обґрунтовувати позицію, комплексне вирішення проблем, критичне мислення, навички міжособистісних відносин, формування власної думки та прийняття рішень, чесність.

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ таке: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з «Положенням про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти (нова редакція)». Посилання на відповідний документ таке: <https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/>.

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітнього компонента публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

Неформальна та інформальна освіта

Студенти мають право на перезарахування результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, відповідно до «Положення про неформальну та інформальну освіту в Національному університеті водного господарства та природокористування» (<http://ep3.nuwm.edu.ua/18660/>), зокрема на різних платформах, таких як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших, опанувати матеріал для перезарахування результатів навчання.

При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даного освітнього компонента / освітньої програми та перевірялись при поточному оцінюванні.

Правила академічної доброчесності

Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в практичній (письмовій) роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Під час навчання здобувач керується «Кодексом честі студентів» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4917/>.

Вимоги до відвідування

Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. В будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених силабусом.

Автор
Доцент

Сергій ПРОЦЕНКО

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №574
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00