

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ

ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці



голова Навчально-методичної ради факультету
інженерних систем та екології

_____ / Олександр ПРИЙМАК /
«01» липня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ
Спеціальний курс за науковою спеціальністю «Технології захисту навколишнього
середовища»: «Energy-efficient technologies of construction
in the climatic change conditions» / «Енергоефективні технології будівництва
в умовах кліматичних змін»
(назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, освітньої програми
183	Технології захисту навколишнього середовища, ОНП «Технології захисту навколишнього середовища»

Мова викладання: українська

Розробники:

Ткаченко Т.М., проф., д.т.н.

Мілейковський В.О., проф, д.т.н.

Кравченко М.В., доцент, к.т.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри ТЗНС та ОП

Протокол № 8 від «30» червня 2024 року

Завідувачка кафедри

_____ (підпис)

(Тетяна ТКАЧЕНКО)

Схвалено гарантом освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

Гарант освітньої програми

_____ (підпис)

(Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ)

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності 183 «ТЗНС»
Протокол № 8 від «30» червня 2024 року

ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2024-2025 рр.

шифр	Доктор філософії	Форма навчання:										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження	
	Назва спеціальності, ОНП	Кредитів на семестр	Обсяг годин					С.р.	Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних			КП		КР	РГ	К.р.				
				Разом	Л	Лр									Пз
183	Технології захисту навколишнього середовища», ОНП «Технології захисту навколишнього середовища»	7,5	225	60			60	165				1	Екз.	3	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни є формування у здобувачів третього рівня вищої освіти системних знань і практичних навичок, необхідних для теоретичних та експериментальних досліджень у галузі енергоефективних технологій будівництва в умовах змін клімату. Курс спрямований на опанування сучасних підходів до розробки та впровадження інженерних рішень, що забезпечують зменшення енергоспоживання в будівництві, зниження викидів парникових газів, адаптацію до екстремальних кліматичних умов та підвищення екологічної стійкості архітектурно-будівельних систем. У межах курсу аспіранти набувають здатності критично оцінювати ефективність інноваційних технологій з позицій енергозбереження, сталого розвитку, ресурсоефективності та впливу на навколишнє середовище, а також опановують навички проєктування досліджень, аналізу результатів, апробації та впровадження енергоефективних рішень у практику екологічно орієнтованого будівництва.

Робоча програма містить витяг з навчального плану, мету вивчення, компетентності, які має здобути аспірант, програмні результати навчання, дані щодо викладачів, зміст курсу, тематику практичних занять, вимоги до виконання індивідуального завдання, шкалу оцінювання знань, вмінь та навичок аспіранта, роз'яснення деяких аспектів організації навчального процесу, список навчально-методичного забезпечення, джерел та літератури для підготовки до практичних занять та виконання індивідуального завдання. Абсолютну більшість позицій зі списку розміщено на Освітньому сайті КНУБА (<https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=5161>). Також програма містить основні положення щодо політики академічної доброчесності та політики відвідуваності занять.

Пререквізити: «Технології "чистого" виробництва та їх впровадження», «ВІМ-технології в будівельній галузі», «Стратегії сталого розвитку будівельної галузі в умовах кліматичних змін», «Розробка будівельних проєктів в узгодженні з категоріями стійкості "зеленого" будівництва», «Моніторинг якості довкілля і статистична обробка експериментальних даних та результатів наукових досліджень», «Екологічне управління та планування у "зеленому" будівництві».

Компетенції аспірантів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Інтегральна компетентність (ІК)	ІК. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми в галузі дослідницько-інноваційної діяльності у сфері технологій захисту навколишнього середовища, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, здійснювати власні наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення; застосовувати сучасні методології наукової та науково-педагогічної діяльності.
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері технологій захисту навколишнього середовища на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.
Спеціальні компетентності (СК)	СК03. Здатність виявляти слабкі сторони та недоліки в системах захисту навколишнього середовища, ставити відповідні наукові задачі і вирішувати їх з використанням інженерних, модельних, статистичних, експертних та інших методів наукових досліджень. СК04. Здатність ідентифікувати загрози екологічній безпеці на державному, регіональному і локальному рівнях, оцінювати 12 екологічні ризики антропогенної діяльності та впроваджувати інноваційні технології і заходи з мінімізації негативного впливу господарської діяльності на довкілля.

	<p>СК05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні рішення у сфері досліджень, розроблення та впровадження сучасних природо-, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, лідерство під час їх реалізації.</p> <p><i>Компетентності, визначені університетом</i></p> <p>СК06. Здатність оцінювати вплив різних видів діяльності, зокрема будівництва, енергоспоживання та енергогенерації, на глобальні кліматичні зміни та прогнозувати, планувати й досліджувати можливості уповільнення кліматичних змін шляхом підвищення енерго- та ресурсоефективності різних видів діяльності.</p> <p>СК07. Здатність виявляти та досліджувати можливості зменшення негативного впливу та поліпшення стану навколишнього середовища методами «зеленого» будівництва</p>
--	---

Програмні результати навчання

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з технологій захисту навколишнього середовища і управління екологічною безпекою на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН03. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН04 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми захисту довкілля з врахуванням екологічних, економічних та правових аспектів.

РН05. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН06. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження із захисту навколишнього середовища та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН07 Розробляти, впроваджувати та оцінювати ефективність інноваційних природоохоронних технологій та обладнання у виробництво для зменшення техногенного навантаження на довкілля та покращення екологічного стану промислових регіонів.

РН09 Визначати загрози екологічній безпеці на державному, регіональному, і локальному рівнях: оцінювати екологічні ризики, антропогенної діяльності та впроваджувати інноваційні технології і заходи з мінімізації негативного впливу господарської діяльності на довкілля.

РН10 Визначати, досліджувати та надавати практичні рекомендації щодо можливості підвищення енергоресурсоефективності різних видів діяльності, зокрема будівництва, задля поліпшення стану навколишнього середовища та уповільнення кліматичних змін.

РН11 Визначати, досліджувати та надавати практичні рекомендації щодо можливостей поліпшення стану навколишнього середовища та уповільнення кліматичних змін методами «зеленого будівництва».

РН12. Виконувати дослідження та розробляти нормативні документи у сфері надання кліматичних послуг та поліпшення довкілля.

Програма навчальної дисципліни

Практичні заняття:

Змістовий модуль 1. Цифрові інструменти аналізу кліматичних даних для енергоефективного будівництва

(теоретичні та прикладні аспекти використання Copernicus CDS Toolbox)

Тема 1. Система Copernicus CDS Toolbox – централізоване джерело інформації щодо кліматичних змін. Організація системи. Отримання довідки.

Тема 2. Основи програмування мовою Python, що вживається в Copernicus CDS Toolbox. Синтаксис мови, основні оператори.

Тема 3. Структура додатку для Copernicus CDS Toolbox. Формування користувацького інтерфейсу.

Тема 4. Бази кліматичних даних Copernicus CDS Toolbox. Пошук потрібної бази. Отримання даних командою retrieve.

Тема 5. Оброблення кліматичних даних. Математичні операції, статистичне оброблення.

Тема 6. Математичне моделювання енергоефективності та ресурсозбереження у Copernicus CDS Toolbox. З використанням реальних та прогнозних кліматичних даних. Приклади додатків.

Змістовий модуль 2. Теоретико-експериментальні дослідження зелених конструкцій як засобу адаптації до кліматичних змін

Тема 7. Основні принципи кількісних досліджень зелених конструкцій як засобу підвищення енергоефективності та ресурсозбереження будівництва. Основні позитивні ефекти зелених конструкцій як предмет досліджень.

Тема 8. Лабораторне дослідження теплопередачі рослинного шару “зелених покрівель” окремо від інших шарів залежно від швидкості вітру. Комбінування експериментальних досліджень і математичного моделювання.

Тема 9. Дослідження охолоджувального ефекту рослинного шару “зелених покрівель” залежно від швидкості вітру.

Тема 10. Лабораторне дослідження теплопередачі рослинного шару вертикального, вертикально-горизонтального й горизонтального озеленення фасадів і/або дахів залежно від швидкості вітру.

Тема 11. Лабораторне дослідження охолоджувального ефекту рослинного шару вертикального, вертикально-горизонтального й горизонтального озеленення фасадів і/або дахів залежно від швидкості вітру.

Змістовий модуль 3. Екологічна ефективність зелених технологій: вуглецевий цикл, водний режим і натурні дослідження

Тема 12. Визначення біомаси та оцінювання секвестрації вуглекислого газу рослинами “зелених конструкцій”. Теоретичні підходи без пошкодження рослинних шарів.

Тема 13. Лабораторне дослідження газообміну в рослинах. Лабораторна установка. Методика дослідження.

Тема 14. Можливості, обмеження та принципи натурних досліджень позитивних ефектів зелених конструкцій.

Тема 15. Лабораторне дослідження фільтрації дощових вод у “зелених конструкціях”. Лабораторна установка. Методика дослідження.

Змістовий модуль 4. Моделювання інфільтраційних процесів у дощових садах

Тема 16. Визначення параметрів для моделювання інфільтрації дощових вод у дощових садах.

Тема 17. Розробка математичної моделі інфільтрації дощових вод без урахування висоти водяного стовпа.

Тема 18. Реалізація алгоритму гідрологічної моделі інфільтрації в середовищі програмування.

Тема 19. Проведення розрахунків гідрологічної ефективності дощового саду за спрощеною моделлю.

Тема 20. Розробка математичної моделі інфільтрації з урахуванням висоти водяного стовпа.

Тема 21. Реалізація програмного забезпечення для моделі з урахуванням водяного стовпа.

Тема 22. Порівняння гідрологічної ефективності конструкцій за різними моделями інфільтрації.

Змістовий модуль 5. Експериментальні дослідження фільтраційної здатності дощових садів

Тема 23. Розробка методики дослідження фільтраційних властивостей дощового саду з використанням фільтрувальних колон.

Тема 24. Характеристика і підготовка ґрунтових матеріалів та рослин для фільтраційного експерименту.

Тема 25. Підготовка модельних нафтових вуглеводнів і розрахунок доз для експерименту.

Тема 26. Визначення концентрації нафтових вуглеводнів у фільтраті методом ВЕРХ.

Тема 27. Оцінювання зміни гідравлічної провідності ґрунтів після експериментального навантаження.

Тема 28. Аналіз залишкових вуглеводнів у ґрунті після фільтраційного експерименту.

Тема 29. Визначення стійкості рослин *Physocarpus opulifolius Diabolo* до нафтових вуглеводнів в лабораторних умовах.

Тема 30. Розробка рекомендацій з експлуатації та технічного обслуговування дощових садів за умов підвищеного забруднення нафтовими вуглеводнями.

Лабораторні заняття: не передбачено.

Контрольна робота: індивідуальна письмова робота у вигляді структурованого звіту (до 10 сторінок) з графічними матеріалами (графіки, схеми, скріншоти інтерфейсу, дані Copernicus, діаграми з експериментів тощо).

Теми контрольної роботи:

1. Аналіз кліматичних ризиків у будівництві за даними Copernicus для міста Києва.
2. Порівняльне оцінювання ефективності інфільтраційних моделей дощових садів.
3. Енергетичний ефект впровадження зеленої покрівлі в умовах зростаючих літніх температур.
4. Дослідження впливу зелених конструкцій на зменшення забруднення дощовими стоками: експериментальна модель.
5. Розробка оптимального варіанту зеленої інфраструктури для зменшення навантаження на зливову систему в умовах змін клімату.

Самостійна робота (по 1–2 теми на змістовий модуль):

Змістовий модуль 1. Кліматичні інструменти та мова програмування

- Порівняльний аналіз інструментів Copernicus та NASA POWER у контексті використання в будівництві.
- Розробка короткого сценарію на Python для обробки кліматичних даних CDS Toolbox.

Змістовий модуль 2. Зелені конструкції та тепломасообмін

- Класифікація типів зелених конструкцій і їх екологічні функції.
- Вивчення літератури щодо охолоджувального ефекту рослин: світовий і національний досвід.

Змістовий модуль 3. Моделювання інфільтрації

- Теоретичне порівняння моделей фільтрації води в ґрунтах (Darcy vs Richards).
- Аналіз критеріїв оцінювання гідрологічної ефективності дощових садів.

Змістовий модуль 4. Фільтрація забруднень

- Методи виявлення та кількісного визначення нафтових вуглеводнів у воді.
- Огляд сучасних сорбційних матеріалів для видалення вуглеводнів зі стічних вод.

Змістовий модуль 5. Екологічна та економічна ефективність

- Оцінка економічної доцільності впровадження резервуарів збору дощової води в житлових районах.

Аналіз витрат та вигод від впровадження дощового саду у громадському просторі.

2. Методи навчання

При викладанні освітньої компоненти основна увага приділяється досягненню синтезу теорії і практики, що сприяє оволодінню слухачами курсу необхідними компетентностями. Для цього використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративні, проблемного викладу, частково-пошукові та дослідницькі.

Для опанування згаданих компетенцій використовуються різні форми проведення занять та контролю.

Основні форми проведення занять: практичні заняття, аналіз проблемно-пошукових ситуацій, самостійне вивчення окремих тем дисципліни. Застосовуються провідні методи навчання – ситуаційний аналіз, мозковий штурм, сократичний семінар. Основні види самостійної роботи, які запропоновані здобувачам для засвоєння навчальної дисципліни:

- 1) підготовка до практичних занять;
- 2) підготовка індивідуальної роботи за обраною темою;
- 3) опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, та сучасних наукових доробок за тематикою дисципліни;
- 4) підготовка до екзамену.

3. Методи контролю та оцінювання знань здобувачів

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (екзамен, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

Основні форми участі аспірантів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, запитання до доповідача, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові,

індивідуальні роботи у формі міні-рефератів у вигляді презентацій на практичних заняттях); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на практичні заняття, відпрацьовується аспірантами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх практичних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань аспіранта аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;

- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;

- ступінь сформованості вміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;

- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;

- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;

- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Індивідуальне завдання підлягає захисту аспірантом на заняттях, які призначаються додатково.

Індивідуальна письмова робота за обраною темою у вигляді структурованого звіту (до 10 сторінок) з графічними матеріалами (графіки, схеми, скріншоти інтерфейсу, дані Sorernicus, діаграми з експериментів тощо).

Література, що рекомендується для виконання індивідуального завдання, наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Також як виконання індивідуального завдання за рішенням викладача може бути зарахована участь аспіранта у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, дотичних до змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за місяць до початку залікової сесії. Заняття із захисту індивідуальних завдань призначаються не пізніше, ніж за 2 тижні до початку сесії. Викладач має право вимагати від здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності аспірантів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою допуску до екзамену. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

Умови допуску до підсумкового контролю

Аспіранту, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Аспірант, який не здав та/або не захистив індивідуальне завдання, не допускається

до складання заліку.

Аспірант, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Аспірант має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться до аспірантів на початку вивчення дисципліни.

Розподіл балів для дисципліни з формою контролю екзамен

Поточне оцінювання							Підсумковий контроль	Сума	
ПРН01	ПРН04	ПРН07	ПРН08	ПРН09	ПРН10	ПРН11			ПРН12
8	8	8	8	8	8	8	8	36	100

Шкала оцінювання індивідуальної роботи

Оцінка за національною шкалою	Кількість балів	Критерії
відмінно	30	відмінне виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (не старше 2018 року), дотримання норм доброчесності)
	25	відмінне виконання з незначною кількістю помилок виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (більшість з яких не старше 2018 року), дотримання норм доброчесності)
добре	22	виконання вище середнього рівня з кількома помилками (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, посилання та цитування сучасних наукових джерел (серед яких є такі, що не старше 2018 року), дотримання норм доброчесності)
	20	виконання з певною кількістю помилок (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, наявність посилань та цитувань наукових джерел, дотримання норм доброчесності)
задовільно	18	виконання роботи задовольняє мінімальним критеріям помилок (розкриття теми в основному в межах об'єкту роботи, наявність концептуального апарату роботи, присутність не менше 5 посилань та цитувань наукових джерел, дотримання норм доброчесності)

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	Зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	

35-59	FX	Не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання

Критерії оцінювання представлені на сайті КНУБА, у ПОЛОЖЕННІ ПРО КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ в Київському національному університеті будівництва і архітектури, ознайомитись з якими можна за посиланням: <http://www.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2015/09/Положення-про-критерії-оцінювання-знань-здобувачів.pdf>.

4. Матеріально-технічне забезпечення дисципліни

Комп'ютер з програмним забезпеченням для виконання практичних робіт: Microsoft Teams, Microsoft PowerPoint – візуалізація даних. Мультимедійний проєктор. Маркерна дошка. Мобільний екран.

5. Інформаційне забезпечення дисципліни

Система дистанційного навчання і контролю рівня підготовки у КНУБА організована на платформі Moodle, всі матеріали щодо вивчення дисципліни можна знайти за посиланням: <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=5161>

Політика курсу («правила гри»)

Курс передбачає як індивідуальну роботу зі здобувачем, так і роботу в групі. Освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування практичних занять, а також самостійну роботу.

Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення питань, їх поглиблене дослідження та аналіз за рекомендованою літературою.

Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.

Якщо аспірант відсутній з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.

Під час роботи над завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності: при використанні Інтернет ресурсів та інших джерел інформації здобувач повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. У разі виявлення факту плагіату він отримує за завдання 0 балів.

Політика щодо академічної доброчесності

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) перевіряються на плагіат. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій аспірантів у матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Політика щодо відвідування

Аспірант, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до відділу докторантури і аспірантури документ, який засвідчує ці причини.

Аспірант, який пропустив лекційне заняття, повинен самостійно опрацювати зміст лекції на освітньому сайті: <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=5161>.

Аспірант, який пропустив практичне заняття, повинен самостійно підготувати матеріал за завданнями до практичного заняття та розмістити у папці «Практичні заняття» на платформі Microsoft Teams. За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

6. Методичне забезпечення дисципліни

Підручники:

1. Технології захисту навколишнього середовища : навч. підручник / Т. М. Ткаченко, О. С. Волошкіна , І. Б. Кордуба [та ін.]. – Київ, КНУБА, 2024. - 321 с.
2. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глуценко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. – 148 с.
3. Герасимов, О.І. *Фізичні основи технологій захисту навколишнього середовища : підручник*. Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна, 2023. ISBN 978-966-186-266-0
4. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Сакалова Г. В. та ін. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 298 с.

Навчальні посібники:

5. Енергоефективні технології : навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін. ; за заг. ред. А. С. Мандрики. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 330 с.
6. Добровольська Л.Н Д 56. Енергозберігаючі технології в енергетиці: навч. посіб. / Л.Н. Добровольська, Д.С. Собчук, В.В. Черкашина – Луцьк: Вежа-Друк , 2021. – 192 с.
7. Екологізація виробництва та зелені технології: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. всіх спеціальностей всіх освітніх програм / Н. С. Ремез, А.О. Дичко, Т. В. Гребенюк, В. О. Броницький (1 файл: 6,13 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 209 с.
8. Хоменко О.Г. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. Глухів. 2019. – 118 с.

Наукові публікації:

9. Kravchenko M., Trach Y., Trach R., Tkachenko T., Mileikovskiy V. Improving the Efficiency and Environmental Friendliness of Urban Stormwater Management by Enhancing the Water Filtration Model in Rain Gardens. *Water*. 2024, 16 (10), 1316. <https://doi.org/10.3390/w16101316>
10. Kravchenko M., Trach Y., Trach R., Tkachenko T., Mileikovskiy V. Behaviour and Peculiarities of Oil Hydrocarbon Removal from Rain Garden Structures. *Water*. 2024, 16 (13), 1802. <https://doi.org/10.3390/w16131802>
11. Kravchenko M., Wrzesiński G., Pawluk K., Lendo-Siwicka M., Markiewicz A., Tkachenko T., Mileikovskiy V., Zhovkva O., Szymane S., Piechowicz K. Improving Urban Stormwater Management Using the Hydrological Model of Water Infiltration by Rain Gardens Considering the Water Column. *Water*. 2024, 16 (16), 2339. <https://doi.org/10.3390/w16162339> (*Scopus, Q1*).
12. Кравченко М.В., Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О. Дослідження впливу

основних параметрів дощового саду на його гідрологічні показники методом моделювання. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2024. 1. С. 166–176. DOI: [https://doi.org/10.15589/znp2024.1\(494\).23](https://doi.org/10.15589/znp2024.1(494).23)

13. Кравченко М.В., Ткаченко Т.М. Розробка методів кількісної оцінки ефективності конструкції дощового саду у контексті управління дощовими водами. *Екологічна безпека та природокористування*. 2024. 50(2). С. 19–35. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.2.19-35>

14. Kravchenko M., Tkachenko T. Analysis of alternative approaches to stormwater management and prospects for their implementation in Ukraine. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*. 2024. 15(1). P. 53-63. <https://doi.org/10.69628/esbur/1.2024.53>

15. Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О., Кравченко М.В. Вплив «зелених» покрівель на управління дощовими водами: огляд наукових досліджень та перспективи використання. *Екологічна безпека та природокористування*. 2023. 46(2). С. 35–53. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.2.35-53>

16. Кравченко М.В., Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О. Модифікація «зеленої» покрівлі з використанням технічних рішень для зменшення негативного впливу зливових вод в міських умовах. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. 43. С. 16–28. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.43.16-28>

17. Ткаченко Т.М., Кравченко М.В., Василенко Л.О. Вплив «зелених» покрівель на якість дощового стоку у міському середовищі. *Геохімія техногенезу*. 2023. 9(37). С. 65–71. DOI: [10.32782/geotech2023.37.10](https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.10)

18. Tkachenko T., Mileikovskiy V., Kravchenko M. Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (*Ligustrum vulgare L.*) species. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*. 2023. 14(2). P. 28-37. <https://doi.org/10.69628/esbur/2.2023.28>

19. Білотіл В.Ю. Основні теоретичні засади, сучасний стан розвитку та тенденції формування «зеленого» будівництва в Україні в контексті сталого розвитку //Збалансоване природокористування. – 2022. – №. 1. – С. 63-73.

20. Ткаченко Т.М. Науково-методологічні основи підвищення рівня екологічної безпеки урбоценозів шляхом створення енергоефективних технологій «зеленого» будівництва : дис. докт. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Т. М. Ткаченко. – Київ, 2018. – 386 с.

Електронні ресурси:

21. CDS Toolbox documentation. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/toolbox/doc/index.html>.

22. A Byte of Python [Electronic Resource]. URL: <https://python.swaroopch.com>

Додаткові джерела:

1. Ткаченко Т. М., Мілейковський В. Capturing Carbon Dioxide from Human-Driven Vehicles by Green Structures for Carbon Neutrality. 3rd International Symposium of Earth, Energy, Environmental Science, and Sustainable Development 27/08/2022 - 28/08/2022 Depok, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1111, Article ID 012056. <https://10.1088/1755-1315/1111/1/012056>

2. Welcome to the Climate Data Store Electronic Resource]. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu#!/home>

3. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року. Указ Президента України від 30 вересня 2019 року. №722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

4. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь 2017. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. 2017. С. 174.

5. Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 липня 2021 року № 868-р. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021- %D1%80#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021-%D1%80#Text)

6. Чичкало-Кондрацька І. Б., Лекунович А. Ю., Легка Я. В. Перспективи та інструменти впровадження «зелених» технологій у зарубіжних країнах. Ефективна економіка. 2019. № 10. URL: [http://www.economy.nauka.com/? op=1&z=7309](http://www.economy.nauka.com/?op=1&z=7309). DOI: 10.32702/2307-2105-2019.10.13