МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра ґрунтознавства та землеробства

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. декана агрономічного факультету
_____ Світлана СТОЦЬКА
"29." 09. 2026

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РЕГЕНЕРАТИВНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА УПРАВЛІННЯ ВУГЛЕЦЕВИМ СЛІДОМ

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Галузь знань: H Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина
Спеціальність: H1 Агрономія
Освітня програма: Точне землеробство

Житомир - 2026

Розробники: Смаглій Віктор Олександрович, к. е. н., доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства, Клименко Тетяна Вікторівна, к. с.-г. н., доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства.

Інформація про викладача

Викладач (-і)	Смаглій Віктор Олександрович, Клименко Тетяна Вікторівна
Профайл викладача (-ів)	Лінк на сторінку кафедри на сайті університету: https://surl.li/gabqcd/ https://cutt.ly/qymLFH1v
Контактна інформація	tatiana-radko@ukr.net
Сторінка курсу в Moodle	Платформа Moodle університету: http://m.polissiauniver.edu.ua
Консультації	Очні та онлайн консультації через Skype, Zoom, Viber щосереди з 14.00 до 17.00

Робоча програма навчальної дисципліни «Регенеративне землеробство та управління вуглецевим слідом» затверджена на засіданні кафедри ґрунтознавства та землеробства.

Протокол від "28" серпня 2026 р. № 3

Завідувач кафедри ґрунтознавства та землеробства_____ Сергій ЖУРАВЕЛЬ

Погоджено із гарантом освітньої програми «Точне землеробство»

_____Микола КРАВЧУК

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) агрономічного факультету

Протокол від "31 " серпня 2026 р. № 2

Голова НМК _____ Микола КРАВЧУК

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма</td><td>заочна форма</td></tr>
<tr><td rowspan="14">Загальна кількість кредитів – 4

годин – 120

змістових модулів – 2</td><td>Галузь знань
Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Спеціальність
Н1 «Агрономія»</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Рівень вищої освіти:
Другий (магістерський)</td><td>14 год.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>26 год.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма підсумкового контролю:</td></tr>
<tr><td colspan="2">залік</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета:

формування у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти системного розуміння принципів регенеративного землеробства та здатності оцінювати стан і функціональність ґрунтів, обґрунтовувати регенеративні технологічні рішення, кількісно оцінювати запаси органічного вуглецю й вуглецевий баланс агроекосистем, використовувати польові, лабораторні, просторові та дистанційні дані для моніторингу змін, формувати системи MRV та оцінювати екологічну й економічну доцільність упровадження практик carbon farming у господарстві.

Завдання:

– розкривати наукові засади, принципи та критерії результативності регенеративного землеробства;

– оцінювати фізичні, хімічні й біологічні індикатори стану та здоров’я ґрунту;

– визначати запаси органічного вуглецю ґрунту, аналізувати їх просторову мінливість і зміни в часі;

– оцінювати вплив No-till, Strip-till, покривних культур, диверсифікованих сівозмін і біологічних підходів на функції ґрунту;

– використовувати GIS, ДЗЗ, польові та лабораторні дані для моніторингу регенеративних змін;

– проєктувати системи MRV для carbon farming та критично оцінювати невизначеність розрахунків;

– оцінювати джерела і поглиначі парникових газів у рослинництві та формувати базовий вуглецевий баланс;

– аналізувати додатковість, тривалість зберігання, ризик витоку та інші критерії якості вуглецевих проєктів;

– обґрунтовувати економічно та екологічно доцільні сценарії переходу господарства до регенеративної моделі.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів таких компетентностей:

а) інтегральної:

ІК. Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми у сфері агрономії під час здійснення професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

б) загальних (ЗК):

ЗК3. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК5. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК6. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

в) спеціальних/фахових (СК):

СК2. Здатність аналізувати та оцінювати сучасні проблеми, перспективи розвитку та науково-технічну політику в сфері агрономії.

СК3. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських культур.

СК5. Здатність розв’язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері агрономії.

СК7. Здатність самостійно організовувати та проводити наукові дослідження з використанням загальноприйнятих методів і стандартів ґрунтових і рослинних зразків.

СК9. Здатність інтегрувати цифрові технології та просторові дані в агрономічну практику для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо диференційованого ведення землеробства.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Використовувати методологію наукових досліджень, спеціальні методи та інструменти експериментальних досліджень, сучасні методи обробки даних для розв’язання складних задач агрономії.

ПРН2. Інтегрувати знання з різних галузей для розв’язання складних теоретичних та/або практичних задач і проблем агрономії.

ПРН3. Розробляти і реалізовувати економічно значущі виробничі і дослідницькі проекти в сфері агрономії з урахуванням наявних ресурсів та обмежень, технічних, соціальних, правових та екологічних аспектів.

ПРН7. Розробляти та реалізовувати проекти екологічно безпечних прийомів і технологій виробництва високоякісної продукції рослинництва з урахуванням особливостей агроландшафтів та економічної ефективності.

ПРН12. Добирати оптимальну стратегію господарювання в агрономії, у тому числі за нечіткості цілей та невизначеності умов.

ПРН14. Здійснювати збір, обробку та аналіз просторових, картографічних і польових даних; інтерпретувати результати моніторингу для агрономічного планування.

ПРН15. Впроваджувати системи точного землеробства в господарстві; працювати з програмним забезпеченням для управління сільськогосподарськими процесами; здійснювати агрономічну оцінку ефективності технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен знати:

наукові підходи до визначення регенеративного землеробства та його відмінності від консерваційного, органічного і сталого землеробства; індикатори здоров'я ґрунту; закономірності формування і стабілізації ґрунтової органічної речовини та органічного вуглецю; механізми впливу No-till, Strip-till, покривних культур, сівозмін, органічних матеріалів і біологічних процесів на функції ґрунту; принципи просторового моніторингу SOC; основи обліку CO_2, N_2O і CH_4 в агровиробництві; поняття baseline, additionality, permanence, leakage та MRV; засади carbon farming, вуглецевої сертифікації, ESG- і GHG-звітності; можливості й обмеження цифрових технологій для моніторингу регенеративних практик.

вміти:

оцінювати вихідний стан ґрунту за системою фізичних, хімічних і біологічних індикаторів; розраховувати запаси SOC та переводити зміни запасів вуглецю у CO_2-еквівалент; формувати схеми ґрунтового відбору проб і просторового моніторингу; будувати та інтерпретувати карти просторової мінливості SOC; порівнювати традиційні та регенеративні технологічні сценарії; обґрунтовувати систему покривних культур і диверсифіковану сівозміну; формувати базовий вуглецевий баланс; розробляти MRV-схему carbon farming-проєкту; оцінювати екологічні, виробничі, економічні та регуляторні ризики; розробляти поетапний план переходу господарства до регенеративної моделі.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати додатково такі soft skills:

– системне та критичне мислення;
– робота з числовими, просторовими та лабораторними даними;
– оцінювання невизначеності та ризиків;
– проєктування й аргументоване прийняття управлінських рішень;
– професійна комунікація та командна робота;
– відповідальне використання цифрових інструментів і генеративного ШІ.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Наукові засади регенеративного землеробства та відновлення функцій ґрунту

Тема 1. Філософія регенеративного землеробства

Поняття і сучасні трактування регенеративного землеробства. Відмінності від сталого, консерваційного та органічного землеробства. Принципи мінімального порушення ґрунту, постійного покриття, живих коренів, різноманіття та інтеграції біологічних процесів. Soil health як система фізичних, хімічних і біологічних функцій. Показники результативності та межі застосовності регенеративних підходів.

Тема 2. Цифрові методи моніторингу секвестрації вуглецю

Органічна речовина ґрунту та SOC. Запаси вуглецю, щільність складення, глибина обліку та просторове варіювання. Дизайн відбору проб і повторний моніторинг. GIS-картування, дистанційне зондування, цифрові моделі ґрунту та проксі-індикатори. Джерела невизначеності. Принципи вимірювання, звітності та верифікації (MRV).

Тема 3. Технології No-till, Strip-till та Cover Crops

Механізми впливу систем обробітку та покривних культур на структуру ґрунту, інфільтрацію, ерозію, водний режим, вуглецевий цикл і продуктивність. Видовий склад і функціональні групи покривних культур. Компроміси між накопиченням вуглецю, контролем бур'янів, живленням, вологою та врожайністю. Умови ефективності в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Змістовий модуль 2. Цифровий вуглецевий менеджмент, біорізноманіття та звітність

Тема 4. Мікробіомний менеджмент ґрунту: використання систем точного внесення для локальної стимуляції ґрунтової біоти

Роль ґрунтової біоти, ризосфери та мікробних процесів у кругообігу вуглецю і поживних речовин. Біологічні препарати, органічні субстрати та локальне внесення. Сенсорні та просторові дані для диференційованого управління. Критерії доказовості ефектів і обмеження інтерпретації мікробіомних показників.

Тема 5. Економіка вуглецевих кредитів (Carbon Credits): як перетворити екологічне відновлення ґрунту на фінансовий актив господарства

Carbon farming як модель стимулювання кліматично позитивних практик. Базова лінія, додатковість, тривалість зберігання, ризик реверсії та витоку, невизначеність і витрати на MRV. Activity-based і result-based схеми. Регламент ЄС 2024/3012 (CRCF) та критерії якості. Ризики подвійного обліку і необґрунтованих вуглецевих заяв.

Тема 6. Управління біорізноманіттям через точне землеробство: створення «екологічних коридорів» та зон спокою всередині промислових полів

Біорізноманіття як функціональна складова стійкості агроландшафту. Польові межі, буферні смуги, напівприродні оселища, смуги квітучих рослин і просторове планування. GIS та ДЗЗ для ідентифікації зон пріоритетного відновлення. Співвигоди і компроміси carbon farming для над- і підземного біорізноманіття.

Тема 7. Інтеграція тваринництва та рослинництва (L-C integration): цифрові моделі управління випасом та циклом поживних речовин

Принципи crop-livestock integration. Повернення органічної речовини і поживних елементів, керований випас, щільність і тривалість навантаження, ризики переущільнення та втрат азоту. Просторовий контроль випасу, телеметрія та цифрові карти. Оцінювання системних ефектів для SOC, біорізноманіття і продуктивності.

Тема 8. Адаптація до кліматичних екстремумів: використання моделей прогнозування для створення посухостійких агроекосистем

Регенеративні практики як елемент адаптації до посух, злив, ерозійних подій та температурних екстремумів. Водопроникність, водоутримання, мульчування, покривні культури і коренева архітектура. Використання метеорологічних та ґрунтових даних, сценарного аналізу і моделей для оцінювання стійкості.

Тема 9. Звітність за протоколами ESG та GHG: автоматизація збору даних для міжнародної екологічної сертифікації

Джерела CO_2, N_2O і CH_4 у системах рослинництва. Організаційні межі, активність і фактори викидів. GHG Protocol Land Sector and Removals Standard та пов’язані принципи обліку. Автоматизація збору польових і виробничих даних, простежуваність, контроль якості, аудит і підготовка верифікованої екологічної звітності.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва теми	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		лекції	практ.	лаб	сам.р.		лекції	практ.	лаб	сам.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Наукові засади регенеративного землеробства та відновлення функцій ґрунту										
Тема 1. Філософія регенеративного землеробства	12	2	2	0	8	–	–	–	–	–
Тема 2. Цифрові методи моніторингу секвестрації вуглецю	16	2	4	0	10	–	–	–	–	–
Тема 3. Технології No-till, Strip-till та Cover Crops	16	2	4	0	10	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	44	6	10	0	28	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 2. Цифровий вуглецевий менеджмент, біорізноманіття та звітність										

Назва теми	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		лекції	практ.	лаб	сам.р.		лекції	практ.	лаб	сам.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 4. Мікробіомний менеджмент ґрунту та точне локальне внесення	16	2	4	0	10	–	–	–	–	–
Тема 5. Економіка вуглецевих кредитів (Carbon Credits)	16	2	4	0	10	–	–	–	–	–
Тема 6. Управління біорізноманіттям через точне землеробство	11	1	2	0	8	–	–	–	–	–
Тема 7. Інтеграція тваринництва та рослинництва (L-C integration)	11	1	2	0	8	–	–	–	–	–
Тема 8. Адаптація до кліматичних екстремумів	11	1	2	0	8	–	–	–	–	–
Тема 9. Звітність за протоколами ESG та GHG	11	1	2	0	8	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	76	8	16	0	52	–	–	–	–	–
Разом за модулем	120	14	26	0	80	–	–	–	–	–
Усього годин	120	14	26	0	80	–	–	–	–	–

5. Теми практичних/лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Діагностика вихідного стану ґрунту та формування системи індикаторів soil health. Аналіз фізичних, хімічних і біологічних показників; визначення обмежувальних факторів та пріоритетів відновлення.	4	–

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 2. Розрахунок запасів органічного вуглецю ґрунту та оцінювання змін. Використання вмісту SOC, щільності складення, глибини шару; перерахунок зміни запасу C у CO_2-еквівалент та аналіз невизначеності.	4	–
Тема 3. Порівняльне оцінювання технологічних сценаріїв Conventional / Reduced till / No-till / Strip-till / Cover Crops. Матриця впливів на ґрунт, воду, вуглець, біоту, урожайність і виробничі ризики.	4	–
Тема 4. Просторове картування SOC і проєктування мережі моніторингу засобами GIS. Формування схеми відбору проб, побудова карти, виділення зон повторного моніторингу та оцінювання просторової невизначеності.	4	–
Тема 5. Проєктування регенеративної сівозміни, системи покривних культур і елементів біорізноманіття. За потреби – інтеграція контрольованого випасу та циклу поживних речовин.	4	–
Тема 6. Розроблення MRV-схеми та базового GHG/вуглецевого балансу для carbon farming-проєкту. Визначення baseline, меж обліку, джерел даних, частоти моніторингу, показників якості та процедури верифікації.	4	–
Тема 7. Економіко-екологічне обґрунтування переходу господарства до регенеративної моделі: витрати, ризики, очікувані ефекти, можливість участі у carbon farming-схемах та поетапний план реалізації.	2	–
Всього	**26**	**–**

6. Самостійна робота

Назва теми та види завдань	Кількість годин	
Тема 1. Критичне порівняння визначень і принципів regenerative, conservation, sustainable та organic agriculture; підготовка таблиці «принцип – механізм – індикатор – можливе обмеження».	8	–
Тема 2. Самостійний розрахунок запасів SOC для декількох точок/зон поля та оцінка чутливості результату до щільності складення, глибини і похибки лабораторного визначення.	10	–
Тема 3. Аналіз наукових даних щодо No-till, Strip-till і cover crops; формування порівняльної матриці ефектів і умов, за яких очікувані переваги можуть не реалізуватися.	10	–
Тема 4. Огляд індикаторів біологічної активності ґрунту та доказовості біологічних/мікробіомних технологій; визначення мінімального набору показників для польового моніторингу.	10	–

Назва теми та види завдань	Кількість годин	
Тема 5. Аналіз carbon farming-схеми: baseline, additionality, permanence, leakage, MRV, транзакційні витрати та ризики для господарства; підготовка короткого висновку щодо доцільності участі.	10	–
Тема 6. Просторове планування елементів біорізноманіття в межах поля/агроландшафту із використанням карти поля або ортофотоплану; визначення потенційних екокоридорів і буферних зон.	8	–
Тема 7. Розроблення схеми crop-livestock integration для модельного господарства: потоки біомаси і поживних речовин, контрольований випас, потенційні переваги та ризики.	8	–
Тема 8. Сценарний аналіз стійкості регенеративної системи до посухи, злив та ерозійних подій; визначення показників, за якими контролюватиметься адаптивний ефект.	8	–
Тема 9. Підготовка структури набору даних для ESG/GHG-звітності: джерело даних, одиниця виміру, періодичність, відповідальна особа, контроль якості, можливість цифрової автоматизації.	8	–
Всього	**80**	**–**

7. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання:

– вербальні методи: проблемна лекція, пояснення, професійна дискусія;

– наочні методи: схеми вуглецевого циклу, карти SOC, профілі ґрунту, карти зон управління, приклади MRV-ланцюгів;

– практичні методи: розрахунок запасів SOC і CO_2-еквівалента, робота з табличними та просторовими даними, GIS-аналіз;

– кейс-метод для порівняння регенеративних технологій і carbon farming-схем;

– проблемно-орієнтоване навчання та сценарний аналіз виробничих, екологічних і регуляторних ризиків;

– проєктний метод під час розроблення MRV-схеми та плану переходу господарства до регенеративної моделі;

– критичне опрацювання наукової літератури, нормативних документів та міжнародних стандартів;

– самостійна робота з відкритими ґрунтовими, просторовими та кліматичними даними.

8. Форми контролю і методи оцінювання

Контроль результатів навчання здійснюється як поточний, періодичний та підсумковий. Відвідування лекцій не оцінюється. Поточний контроль проводиться під час виконання і захисту семи практичних робіт. Періодичний контроль здійснюється у формі двох модульних контрольних робіт. Підсумковий контроль –

залік за результатами накопичувального оцінювання. Самостійні завдання використовуються для підготовки практичних робіт, модульного контролю та інтегрованого підсумкового кейсу в межах практичної роботи 7.

Критерії оцінювання практичних робіт. Високий рівень (90–100 % від максимальної кількості балів): завдання виконано повністю; розрахунки, GIS-операції та вихідні дані є коректними; припущення прозорі; невизначеність і обмеження враховані; висновок агрономічно обґрунтований. Достатній рівень (75–89 %): основні етапи виконано правильно, наявні неістотні похибки або недостатньо глибока інтерпретація. Середній рівень (60–74 %): виконано основну частину завдання, але є методичні чи розрахункові недоліки, а висновки частково обґрунтовані. Низький рівень (менше 60 %): робота фрагментарна, містить суттєві помилки або не демонструє зв'язку між даними та управлінським рішенням.

Кожна практична робота оцінюється максимум у 10 балів (разом 70 балів). МКР1 і МКР2 оцінюються максимум у 15 балів кожна. Модульний контроль перевіряє системність розуміння теоретичного матеріалу, коректність розрахунків, здатність оцінювати невизначеність та аргументувати вибір регенеративного рішення. Максимальна сума – 100 балів; залік виставляється за умови набрання не менше 60 балів.

9. Питання для підсумкового контролю

1. Поняття регенеративного землеробства та основні підходи до його визначення.
2. Відмінності між регенеративним, сталим, консерваційним та органічним землеробством.
3. Ключові принципи регенеративного землеробства.
4. Поняття soil health та його значення для продуктивності агроекосистем.
5. Фізичні індикатори стану і здоров'я ґрунту.
6. Хімічні індикатори стану і здоров'я ґрунту.
7. Біологічні індикатори стану і здоров'я ґрунту.
8. Екосистемні послуги ґрунту в регенеративних системах.
9. Органічна речовина ґрунту та органічний вуглець ґрунту: співвідношення понять.
10. Основні пули та процеси ґрунтового вуглецю.
11. Фактори накопичення і втрат SOC у сільськогосподарських ґрунтах.
12. Методика розрахунку запасів органічного вуглецю ґрунту.
13. Роль щільності складення і глибини шару в оцінюванні запасів SOC.
14. Перерахунок зміни запасу вуглецю у CO_2-еквівалент.
15. Просторова мінливість SOC та її врахування у моніторингу.
16. Принципи побудови схеми відбору проб для повторного моніторингу SOC.
17. Джерела невизначеності під час оцінювання секвестрації вуглецю.
18. GIS у картуванні органічного вуглецю ґрунту.
19. Можливості та обмеження дистанційного зондування для моніторингу ґрунтового вуглецю.
20. Поняття MRV у carbon farming.
21. No-till: механізми впливу на ґрунтові функції та вуглецевий цикл.

22. Strip-till: принципи, переваги, ризики та умови доцільності.
23. Покривні культури: функціональні групи та критерії добору.
24. Вплив cover crops на ерозію, водний режим і кругообіг азоту.
25. Вплив регенеративних практик на врожайність: причини варіабельності результатів.
26. Диверсифікована сівозміна як інструмент відновлення функцій ґрунту.
27. Роль живих коренів і рослинних решток у формуванні ґрунтової органічної речовини.
28. Роль ризосфери та ґрунтового мікробіому у вуглецевому і поживному циклах.
29. Мікробні та біологічні препарати: критерії доказової оцінки ефективності.
30. Точне локальне внесення біологічних і органічних матеріалів.
31. Поняття carbon farming та його місце в кліматичній політиці.
32. Базова лінія (baseline) у carbon farming-проєктах.
33. Додатковість (additionality): сутність і значення.
34. Тривалість зберігання (permanence) та ризик реверсії.
35. Витік (leakage) і його врахування у вуглецевих проєктах.
36. Activity-based та result-based carbon farming schemes.
37. Регламент ЄС 2024/3012 (CRCF): призначення і ключові принципи.
38. Критерії QU.A.L.ITY для сертифікації вуглецевих поглинань і скорочень ґрунтових викидів.
39. Транзакційні витрати та економічні ризики carbon farming-проєктів.
40. Подвійний облік і greenwashing у сфері вуглецевих кредитів.
41. Біорізноманіття як показник функціональної стійкості агроландшафту.
42. Польові межі, буферні смуги та напівприродні оселища у регенеративному землеробстві.
43. Екологічні коридори та просторове планування елементів біорізноманіття.
44. Співвигоди і компроміси carbon farming для біорізноманіття.
45. GIS і ДЗЗ у плануванні зон екологічного відновлення.
46. Принципи crop-livestock integration.
47. Керований випас та його вплив на ґрунт, рослинність і кругообіг поживних речовин.
48. Ризики переущільнення і втрат азоту в інтегрованих рослинницько-тваринницьких системах.
49. Цифровий моніторинг випасу та просторового розподілу навантаження.
50. Регенеративні практики як інструмент адаптації до посухи.
51. Водопроникність, водоутримання і ґрунтове покриття в умовах кліматичних екстремумів.
52. Роль сценарного аналізу і моделей у оцінюванні стійкості агроекосистем.
53. Основні парникові гази в аграрних системах: CO_2, N_2O і CH_4.
54. Джерела прямих і непрямих викидів у рослинництві.
55. Поняття вуглецевого сліду сільськогосподарського виробництва.
56. Організаційні межі, активність і фактори викидів у GHG-обліку.
57. GHG Protocol Land Sector and Removals Standard: сфера застосування.

58. Автоматизація збору даних для ESG/GHG-звітності.
59. Простежуваність, контроль якості та верифікація екологічних даних.
60. Структура поетапного плану переходу господарства до регенеративної моделі.

10. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Розподіл балів оцінювання знань здобувачів вищої освіти у семестрі за видами навчальних занять з дисципліни

<table>
<tr><td colspan="7">Поточний та періодичний контроль</td><td rowspan="3">Індивідуальне самостійне завдання</td><td rowspan="3">Підсумковий контроль (залік)</td><td rowspan="3">Сума балів</td></tr>
<tr><td colspan="4">Змістовний модуль 1</td><td colspan="3">Змістовний модуль 2</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td>Т7</td></tr>
<tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="2">40</td><td rowspan="2">100</td></tr>
<tr><td colspan="4">Контрольна робота за змістовним модулем 1
5</td><td colspan="3">Контрольна робота за змістовним модулем 2
5</td></tr>
</table>

Оцінювання кожного з виконаних практичних завдань здійснюється за такими критеріями:

5 балів – здобувач вищої освіти у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки;

4 бали – здобувач вищої освіти достатньо володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки;

3 бали – здобувач вищої освіти відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки;

2 бал – здобувач вищої освіти не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань;

1 бал – здобувач вищої освіти не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують

однослівної відповіді;

0 балів – здобувач вищої освіти не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

Під час оцінювання знань і вмінь здобувачів можуть бути враховані результати навчання, отримані у **неформальній освіті**. Для цього, здобувач освіти, що має підтвердження про результати навчання у неформальній освіті (сертифікат, диплом чи інший документ), звертається із письмовою заявою в деканат факультету і складає підсумковий контроль предметній комісії. Наявність підтверджуючих документів є підставою для зарахування окремої теми лекційного чи практичного заняття, змістовного модуля чи всього навчального матеріалу дисципліни за умови, що програма неформальної освіти повністю відповідає робочій програмі дисципліни.

Шкала оцінювання: університетська та 100-бальна

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Університетська оцінка	Для заліку
90–100	Відмінно	Зараховано
75–89	Добре	
60–74	Задовільно	
менше 60	Незадовільно	Не зараховано

11. Політики дисципліни

Політики навчальної дисципліни «Регенеративне землеробство та управління вуглецевим слідом» вибудовуються з урахуванням норм законодавства України щодо академічної доброчесності, відповідального використання даних, цифрових інструментів і штучного інтелекту, а також принципів відтворюваності розрахунків і прозорості екологічних тверджень.

Політика щодо відвідування: здобувачі мають систематично брати участь у практичних заняттях, оскільки результати навчання формуються під час розрахунків, роботи з просторовими даними, аналізу наукових доказів і розв’язання виробничих кейсів. Відсутність на занятті не звільняє від виконання передбаченої практичної роботи. Відвідування лекцій не є окремим об’єктом оцінювання.

Політика щодо дедлайнів: практичні та самостійні завдання подаються у строки, визначені календарем курсу. За наявності об’єктивних обставин строки можуть бути індивідуально скориговані за погодженням із викладачем.

Політика щодо комунікації із викладачем: основні канали комунікації – заняття, консультації, Moodle та офіційні засоби зв’язку, визначені викладачем. Питання щодо розрахунків, наборів даних або методів моніторингу мають формулюватися із зазначенням вихідних припущень і джерел даних.

Політика академічної доброчесності та використання ШІ: усі розрахунки SOC, CO_2-еквівалента, карти, вуглецеві баланси, MRV-схеми та посилання на джерела мають бути перевірюваними. Генеративний ШІ допускається як допоміжний

інструмент для структурування матеріалу, пошуку напрямів аналізу, пояснення методів, мовного редагування та допоміжної роботи з кодом/формулами. Заборонено подавати неперевірені згенеровані значення, вигадані коефіцієнти викидів, джерела або результати як власні. На вимогу викладача здобувач має пояснити методику та відтворити ключові етапи розрахунку чи GIS-аналізу.

12. Ключові терміни навчальної дисципліни

№	Термін	Відповідник англійською мовою
1	Регенеративне землеробство	Regenerative agriculture
2	Здоров'я ґрунту	Soil health
3	Органічний вуглець ґрунту	Soil organic carbon (SOC)
4	Секвестрація вуглецю	Carbon sequestration
5	Вуглецеве землеробство	Carbon farming
6	Моніторинг, звітність і верифікація	Monitoring, Reporting and Verification (MRV)
7	Додатковість	Additionality
8	Тривалість зберігання	Permanence
9	Вуглецевий слід	Carbon footprint
10	Вуглецева одиниця / кредит	Carbon unit / carbon credit

13. Рекомендована література

Основна

1. Thorsøe M. H., Facq E., Criscuoli I. et al. Carbon farming: The foundation for carbon farming schemes – lessons learned from 160 European schemes. Land Use Policy. 2025. Vol. 158. 107747. DOI: 10.1016/j.landusepol.2025.107747.

2. Khangura R., Ferris D., Wagg C., Bowyer J. Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 3. 2338. DOI: 10.3390/su15032338.

3. Kabato W., Getnet G. T., Sinore T., Nemeth A., Molnár Z. Towards Climate-Smart Agriculture: Strategies for Sustainable Agricultural Production, Food Security, and Greenhouse Gas Reduction. Agronomy. 2025. Vol. 15. 565. DOI: 10.3390/agronomy15030565.

4. Svoboda A., Kolářová M., Larysch E., Holec J., Poláková J., Soukup J. Exploring the effects of carbon farming on cropland biodiversity in Europe: A review. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2026. Vol. 399. 110162. DOI: 10.1016/j.agee.2025.110162.

5. Lim C. S., Poon W. C. Circular economy doctrine for oil palm biomass valorisation: A strategy for regenerative agriculture. Environmental and Sustainability Indicators. 2026. Vol. 30. 101267. DOI: 10.1016/j.indic.2026.101267.

Додаткова

1. Журавель С. В., Журавель С. С., Поліщук В. О., Смаглій О. В., Ткаченко В. Д. Технологічні аспекти вирощування Nigella sativa за органічної технології в умовах Полісся України. Sciences of Europe(Praha, Czech Republic). 2022. № 106. P. 7-12.

2. Клименко Т.В. Моніторинг кліматичної ситуації у зоні Полісся України. Sciences of Europe(Praha, Czech Republic). 2021. № 75. С. 14-17.

3. Клименко Т. В., Трембіцька О. І. Зміна температурного режиму повітря та гідротермічного коефіцієнта (ГТК) вегетаційного періоду у зоні Полісся України. Sciences of Europe. Praha, 2021. Vol 2, № 78. С. 5-8.

4. Поліщук В.О., Журавель С.В., Смаглій В.О. Вплив біологічних препаратів та удобрення на формування врожаю картоплі сорту «Гранала» за альтернативної технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2025. Вип. 141. Ч. 2. С. 31-37.

5. Поліщук В. О., Журавель С. В., Клименко Т. В., Кравчук М. М., Смаглій В. О. Особливості використання передпосівної обробки та позакореневих підживлень мікродобривами на ріст і розвиток пшениці озимої. Sciences of Europe. 2026. № 190 (2026). Vol. 1. P. 4-8.

6. Chaika, V.M., Lisovyi, M.M., Konotop, Ye., Taran, Yu., Miniailo, N.V., Fedorchuk, S.V., Klymenko, T.V., Trembitska, O.I., Chaika, S.P. (2021). Impact of climate change on biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine. *Journal of Central European Agriculture*. Vol 3. C. 35-45.

7. Vozniuk N., Skyba V., Likho O., Sobko Z., Klimenko T. (2023). Forecasting the adaptability of heat-loving crops to climate change in Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(2), 87-102.

8. Keshavarz M., Sharafi H. Scaling up climate-smart regenerative agriculture for the restoration of degraded agroecosystems in developing countries. Sustainable Production and Consumption. 2023. Vol. 38. P. 159–173. DOI: 10.1016/j.spc.2023.04.003.

9. Susi H., Thitz P., Hagner M., Raveala K., Ekroos J., Laine A.-L. Impacts of carbon farming practices on biodiversity at the farm scale. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2026. Vol. 400. 110230. DOI: 10.1016/j.agee.2026.110230.

10. Soto I., Barnes A., Balafoutis A. et al. The Contribution of Precision Agriculture Technologies to Farm Productivity and the Mitigation of Greenhouse Gas Emissions in the EU. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2019. EUR 29320 EN. DOI: 10.2760/016263.

11. Greenhouse Gas Protocol. Land Sector and Removals Standard. Version 1.1. Washington, DC : World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development, 2026.

12. Regulation (EU) 2024/3012 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products. Official Journal of the European Union. 2024.

13. United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2024: No more hot air … please! Executive Summary. Nairobi : UNEP, 2024. DOI: 10.59117/20.500.11822/46404.

14. Електронні інформаційні ресурси

1. EUR-Lex: Regulation (EU) 2024/3012 (CRCF). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/3012/oj

2. GHG Protocol: Land Sector and Removals Standard. URL: https://ghgprotocol.org/land-sector-and-removals-standard

3. GHG Protocol: Land Sector and Removals Guidance. URL: https://ghgprotocol.org/land-sector-and-removals-guidance
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Climate-Smart Agriculture. URL: https://www.fao.org/climate-smart-agriculture/
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). URL: https://www.ipcc.ch/
6. European Commission: Climate Action – Carbon removals and carbon farming. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming_en
7. Copernicus Data Space Ecosystem. URL: https://dataspace.copernicus.eu/
8. ISRIC SoilGrids – global digital soil mapping. URL: https://soilgrids.org/
9. European Soil Data Centre (ESDAC). URL: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/