

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра проектування технічних систем

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

**ВК «Екологічний інжиніринг та мінімізація
техногенного впливу в агросекторі»**
(статус освітнього компонента – вибірковий)

Спеціальність	Н 7 <u>Агроінженерія</u>
Освітня програма	<u>Системи точного землеробства</u>
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)

Розробник:

(підпис)

Світлана СЕМІРІНЕНКО

к.т.н., доцент кафедри проектування технічних систем

Розглянуто, скла-
дено та затверджено
на засіданні кафедри
проектування техні-
чних систем

протокол № 14 від 03.06.2026р.

Завідувач
кафедри

(підпис)

Олександр ІВЧЕНКО

Погоджено:

Гарант освітньої програми

(підпис)

Олексій КАЛІНАГУЗ

Декан факультету,

де реалізується освітня програма

(підпис)

Кирило СІРОВИЦЬКИЙ

Рецензія на роботу програму (додається) надана

(підпис)

Олексій КАЛІНАГУЗ

(ПІБ)

(підпис)

Олександр ІВЧЕНКО

(ПІБ)

Методист відділу якості освіти,

ліцензування та акредитації

(підпис)

Григорій ГРИШЧАК

Зареєстровано в електронній базі:

дата:

15.08

2026 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1	Назва ОК	Екологічний інжиніринг та мінімізація техногенного впливу в агросекторі									
2	Факультет/кафедра	Інженерно-технологічний / проектування технічних систем									
3	Статус ОК	вибірковий									
4	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК	Агроінженерія / Н7 <u>Системи точного землеробства</u>									
5	Рівень НРК	Шостий рівень									
6	Семестр та тривалість вивчення	д.ф.н. 1 курс 2 (в), 15 тижнів									
7	Кількість кредитів ЄКТС	5									
8	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття)							Самостійна робота		
		Загальний обсяг годин	Лекційні		Практичні /семінарські		Лабораторні				
			денна		денна		денна		денна		
		150	30		30				90		
	Вид контролю	залік									
9	Мова навчання	Державна (українська)									
10	Викладач/Координатор освітнього компонента	Семірненко С.Л., к.т.н., доцент									
	Контактна інформація	аудиторія кафедри 415м, корпус №4, svitlana.semirnenko@snau.edu.ua									
11	Загальний опис освітнього компонента	Освітній компонент спрямований на поглиблення професійних знань і формування компетентностей щодо проектування, оптимізації та управління агровиробничими системами з урахуванням принципів екологічної безпеки, ресурсоефективності та сталого розвитку. Дисципліна інтегрує сучасні підходи екологічного інжинірингу, управління техногенними ризиками, циркулярної економіки, декарбонізації та цифровізації аграрного виробництва, забезпечуючи підготовку фахівців, здатних розробляти й обґрунтовувати інженерні рішення щодо мінімізації негативного впливу виробничої діяльності на довкілля.									
12	Мета освітнього компонента	Формування у здобувачів здатності розробляти, аналізувати та впроваджувати інженерні рішення, спрямовані на мінімізацію техногенного впливу агровиробництва на довкілля, підвищення ресурсної та енергетичної ефективності виробничих процесів, впровадження сучасних природоохоронних технологій та забезпечення екологічної сталості агропромислового виробництва.									

13	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	Передумови: Агроінженерія; Машини та обладнання агропромислового виробництва; Проектування технологічних процесів; Основи екології; Відновлювані джерела енергії. Зв'язок з іншими освітніми компонентами: Інноваційні технології в агроінженерії; Управління проєктами; Науково-дослідна практика; Кваліфікаційна робота магістра. Освітній компонент забезпечує формування компетентностей, необхідних для вирішення складних інженерних задач, обґрунтування технічних рішень із використанням сучасних методів аналізу та моделювання, а також виконання кваліфікаційної роботи магістра.
14	Політика академічної доброчесності	Система вимог, які ставляться перед здобувачами вищої освіти під час вивчення освітнього компонента: проходження етапів оцінювання у встановлені терміни; виконання та захист практичних, розрахункових, проєктних і письмових робіт у встановлені терміни; дотримання під час виконання робіт положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в Сумському НАУ (https://bit.ly/2TNvfE0); дотримання кодексу академічної доброчесності Сумського НАУ (https://bit.ly/3xf92wW). Підготовлені до оцінювання роботи повинні бути оригінальними, виконаними самостійно та містити коректні посилання на використані інформаційні джерела. Використання результатів, розрахунків або матеріалів інших авторів без відповідного посилання не допускається. При підготовці аналітичних та проєктних робіт здобувачі повинні демонструвати самостійність прийняття інженерних рішень та обґрунтовувати використані підходи. Роботи, виконані та подані з порушенням встановлених термінів без поважних причин, можуть оцінюватися зі зниженням кількості балів. Роботи з низьким рівнем унікальності або такі, що містять ознаки копіювання чужих матеріалів, оцінюються в «0» балів із подальшим виконанням нового або доопрацьованого індивідуального завдання. Перездача робіт здійснюється після їх повторного виконання або доопрацювання відповідно до вимог викладача.
15	Ключові слова	Екологічний інжиніринг, мінімізація техногенного впливу, екологічна безпека агровиробництва, управління екологічними ризиками, ресурсоефективність, декарбонізація, LCA-аналіз, вуглецевий слід, циркулярна економіка, енергоефективність, цифровий екологічний моніторинг, сталі агровиробничі системи.
16	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=6364

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Результати навчання за ОК: <i>Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен</i>	Як оцінюється РНД
ДРН 1. Здійснювати системний аналіз техногенного впливу агровиробничих систем, оцінювати екологічні ризики та визначати напрями їх мінімізації із застосуванням сучасних інженерних підходів.	Тестування, аналітичні завдання, обговорення кейсів, аналіз науково-технічної інформації, виконання практичних робіт.
ДРН 2. Розробляти та обґрунтовувати інженерні рішення щодо підвищення ресурсної й енергетичної ефективності агропідприємств, декарбонізації виробництва та впровадження екологічних технологій.	Розрахункові роботи, індивідуальний проєкт, техніко-економічне обґрунтування, захист практичних робіт, презентація результатів.
ДРН 3. Розробляти стратегії мінімізації техногенного впливу та модернізації агровиробничих систем із використанням принципів сталого розвитку, цифровізації та циркулярної економіки.	Захист проєктних робіт, презентація концепції модернізації об'єкта, оцінювання самостійної роботи, експертне обговорення.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу				Рекомендована література
	Аудиторна робота		Сам. робота		
	Лк	ПЗ	ЛБ		
Тема 1. Концепції екологічного інжинірингу та мінімізація техногенного впливу в агросекторі 1. Сучасні концепції екологічного інжинірингу та їх роль у трансформації агровиробничих систем. 2. Системний підхід до оцінювання та управління техногенним впливом агропідприємств. 3. Екологічна безпека, ресурсоефективність та декарбонізація як складові сталого розвитку агросектору. 4. Принципи прийняття інженерних рішень щодо мінімізації негативного впливу виробничих процесів на довкілля. ПЗ: Оцінювання техногенного впливу агропідприємства та розроблення напрямів його мінімізації.	2	2		7	[2], [3], [16]

Тема 2. Аналіз і моделювання агроєкосистем як інженерних систем 1. Системний аналіз структури та функціонування агроєкосистем 2. Моделювання матеріальних, енергетичних та ресурсних потоків 3. Оцінювання ефективності функціонування агропромислових систем на основі балансових моделей ПЗ: Розроблення балансової моделі та оцінювання ресурсної ефективності агропромислової системи.	2	2		6	[1], [2], [5], [6]
Тема 3. Управління техногенними ризиками агропромислових систем 1. Ідентифікація та класифікація факторів техногенного впливу в агропромисловості 2. Аналіз джерел забруднення та оцінювання рівня екологічної небезпеки виробничих процесів 3. Методи прогнозування, управління та мінімізації екологічних ризиків ПЗ: Аналіз техногенного впливу та розроблення заходів мінімізації екологічних ризиків агропромислового процесу.	2	2		6	[2], [3], [10], [16]
Тема 4. Оцінка життєвого циклу як інструмент управління екологічною ефективністю агропромисловості 1. Методологія LCA та її застосування для аналізу агропромислових систем 2. Визначення меж системи, функціональної одиниці та оцінювання екологічних впливів 3. Використання результатів LCA для прийняття інженерних рішень щодо мінімізації техногенного впливу ПЗ: Проведення LCA-аналізу агропромислового процесу та обґрунтування заходів зниження екологічного навантаження.	2	2		6	[7], [8], [9]
Тема 5. Інженерне управління станом ґрунтів в агропромислових системах 1. Аналіз процесів деградації ґрунтів та оцінювання факторів техногенного впливу 2. Моделювання впливу машинно-тракторних агрегатів на фізико-механічні властивості ґрунтів 3. Оптимізація технологічних рішень для мінімізації деградаційних процесів ПЗ: Аналіз впливу машинно-тракторних агрегатів на ущільнення ґрунту та вибір заходів його мінімізації.	2	2		6	[1], [2], [13], [16]
Тема 6. Управління водними ресурсами в агропромислових системах 1. Аналіз водоспоживання та оцінювання ефективності використання водних ресурсів агропідприємств 2. Моделювання процесів формування та очищення виробничих стічних вод 3. Проектування систем раціонального використання та повторного використання водних ресурсів ПЗ: Розроблення інженерного рішення щодо оптимізації системи очищення та використання водних ресурсів агропідприємства.	2	2		6	[2], [3], [10]
Тема 7. Інтегроване управління відходами та ресурсна трансформація агропромисловості	2	2		6	[1], [5], [6], [12]

1. Аналіз потоків утворення відходів та оцінювання можливостей їх повторного використання 2. Сучасні технології переробки, утилізації та енергетичного використання аграрних відходів 3. Оптимізація систем поводження з відходами в контексті циркулярної економіки ПЗ: Техніко-економічне обґрунтування використання органічних відходів для виробництва біогазу.					
Тема 8. Проектування та оптимізація енергетичних систем з використанням відновлюваних джерел енергії в агросекторі 1. Аналіз енергетичних потреб агропідприємств та потенціалу відновлюваних джерел енергії 2. Проектування інтегрованих систем енергозабезпечення агровиробничих об'єктів 3. Оптимізація параметрів енергетичних систем із урахуванням технічних, економічних та екологічних критеріїв ПЗ: Розроблення техніко-економічного обґрунтування системи енергозабезпечення агропідприємства з використанням ВДЕ.	2	2		6	[4], [5], [6], [11]
Тема 9. Управління енергетичною ефективністю агро-виробничих систем 1. Системний аналіз енергоспоживання та енергетичних потоків агропідприємства 2. Методи оцінювання та оптимізації енергетичної ефективності виробничих процесів 3. Розроблення заходів з енергомодернізації та зниження енергетичних витрат ПЗ: Розроблення програми підвищення енергоефективності агропідприємства на основі результатів енергоаудиту.	2	2		6	[3], [4], [11]
Тема 10. Стратегії декарбонізації та низьковуглецевий розвиток агросектору 1. Оцінювання джерел викидів парникових газів в агро-виробничих системах 2. Методологія розрахунку та управління вуглецевим слідом 3. Розроблення інженерних заходів щодо декарбонізації та адаптації агровиробництва до кліматичних змін ПЗ: Розроблення плану декарбонізації агропідприємства на основі оцінки вуглецевого сліду.	2	2		6	[5], [6], [7], [10]
Тема 11. Циркулярні технології та ресурсна оптимізація агро-виробничих систем 1. Концепції циркулярної економіки в системі сталого агро-виробництва 2. Аналіз ресурсних потоків та визначення можливостей їх замкненого використання 3. Розроблення стратегій ресурсоефективної модернізації агропідприємств ПЗ: Проектування циркулярної моделі агропідприємства з оцінюванням ресурсної ефективності.	2	2		6	[5], [6], [12], [17], [18]
Тема 12. Інтелектуальні системи екологічного моніторингу агро-виробничих об'єктів	2	2		6	[2], [3], [10], [12]

1. Системний підхід до організації екологічного моніторингу та контролю виробничих процесів 2. Цифрові технології, IoT та автоматизовані системи збору екологічних даних 3. Аналіз даних моніторингу та використання інформаційних систем для прийняття інженерних рішень ПЗ: Розроблення структури автоматизованої системи екологічного моніторингу агропідприємства.					
Тема 13. Екологічний менеджмент, стандартизація та ESG-підходи в агросекторі 1. Системи екологічного менеджменту та міжнародні стандарти сталого розвитку 2. ESG-принципи та екологічна звітність агропідприємств 3. Інтеграція екологічних стандартів у систему управління агровиробництвом ПЗ: Оцінювання рівня екологічної відповідності та розроблення пропозицій щодо впровадження ESG-підходів в агропідприємстві.	2	2		6	[8], [9], [10], [17]
Тема 14. Проектування екологічно безпечних та ресурсоефективних агровиробничих систем 1. Методологія комплексного проектування сталих агропідприємств 2. Інтеграція природоохоронних, енергетичних та цифрових технологій у виробничі системи 3. Техніко-економічне обґрунтування та оцінювання ефективності проектних рішень ПЗ: Розроблення проекту модернізації агропідприємства з мінімізацією техногенного впливу.	2	2		6	[1], [4], [5], [6], [13], [15]
Тема 15. Цифровізація та інноваційні стратегії мінімізації техногенного впливу в агросекторі 1. Цифрові технології управління екологічною ефективністю агровиробничих систем 2. Інтелектуальні системи, Smart farming та точне землеробство в контексті сталого розвитку 3. Перспективні інженерні рішення для екологічної модернізації агровиробництва ПЗ: Розроблення інноваційного екологічного проекту модернізації агровиробничої системи.	2	2		6	[3], [10], [11], [15], [19]
Всього	30	30		90	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем під час аудиторних занять, консультацій)	Кількість годин	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати <u>студент самостійно</u>)	Кількість годин
ДРН 1	Проблемні лекції; аналіз науково-технічної інформації; розгляд виробничих кейсів; обговорення сучасних підходів управління екологічною безпекою агропідприємств	20	Аналіз літературних джерел; підготовка аналітичних матеріалів; виконання кейс-завдань; самостійне опрацювання методів оцінювання ризиків	30
ДРН 2	Лекції з елементами проблемного навчання; демонстрація методів моделювання та оптимізації; консультації щодо виконання інженерних проєктів; аналіз альтернативних технічних рішень	20	Виконання розрахунково-аналітичних завдань; розроблення проєктних пропозицій; техніко-економічне обґрунтування рішень; аналіз сучасних технологій	30
ДРН 3	Науково-практичні семінари; консультації з розроблення комплексних проєктів; обговорення результатів досліджень; експертна оцінка запропонованих рішень	20	Виконання індивідуального проєкту; підготовка презентації; аналіз інноваційних технологій; самостійна оцінка ефективності запропонованих рішень	30

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

Проводиться на початку вивчення дисципліни у формі вхідного експрес-опитування для визначення рівня базових знань з екології, агроінженерії та суміжних дисциплін. *Бали за діагностичне оцінювання не враховуються до підсумкової оцінки.*

5.2. Сумативне оцінювання

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
	Виконання та захист практичних робіт (аналітичні завдання, розрахунки, обґрунтування інженерних рішень).	42 бали (42%)	Протягом семестру (2–15 тижні)
	Комп'ютерне тестування з теоретичних основ і сучасних підходів екологічного інжинірингу.	28 балів (28%)	Модуль 1: до кінця 7 тижня Модуль 2: до кінця 15 тижня
	Розроблення та захист індивідуального проєкту з мінімізації техногенного впливу.	30 балів (30%)	До кінця 15 тижня
	УСЬОГО	100 балів (100%)	

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент оцінювання	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Виконання та захист звітів з практичних робіт (згідно з індивідуальним завданням)	< 25 балів Вимоги щодо завдання не виконано.	25–29 балів Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті.	30–35 балів Виконано всі вимоги завдання, але є незначні зауваження щодо оформлення.	36–42 бали Виконано всі вимоги завдання, запропоновано власний інженерний варіант рішення з його обґрунтуванням
Тестування засвоєння лекційного матеріалу	< 16 балів Правильних відповідей менше ніж 16 із 28.	16–20 балів Правильних відповідей: 16–20.	21–24 бали Правильних відповідей: 21–24.	25–28 балів Правильних відповідей: 25–28.
Захист індивідуального проєкту з розроблення інженерних заходів мінімізації техногенного впливу	< 19 балів Вимоги щодо завдання не виконано.	19–23 бали Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті.	24–28 балів Виконано всі вимоги завдання, але є незначні зауваження щодо виконання/захисту.	29–30 балів Виконано всі вимоги завдання, матеріал викладено повністю та аргументовано.

5.3. Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	<i>Перевірка виконання практичних робіт під час проведення занять та надання зворотного зв'язку від викладача.</i>	Протягом 2-15 тижнів
2	<i>Усний зворотний зв'язок від викладача та обговорення результатів під час роботи над завданнями на аудиторних заняттях</i>	Протягом 2-15 тижнів
3	<i>Усний зворотний зв'язок від викладача та здобувачів вищої освіти під час захисту звітів з практичних робіт</i>	Протягом 3-15 тижнів
4	<i>Обговорення результатів виконання індивідуального проєкту, аналіз сильних сторін та напрямів удосконалення запропонованих рішень.</i>	Протягом 9-15 тижня

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

Основні джерела

1. Калетнік Г. М., Токарчук Д. М., Скорук О. П. **Організація і економіка використання біоресурсів : підручник**. 2-ге вид., перероб. і доп. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 372 с.
2. Жигуц Ю. Ю., Цигика В. В. **Інженерна екологія (для студентів технічних спеціальностей)**. 3-є вид., випр. і доп. Ужгород : ПП «Інватор», 2020. 204 с.
URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/>
3. Masters G. M., Ela W. P. **Introduction to Environmental Engineering and Science**. 3rd ed. Boston : Pearson, 2023.
URL: <https://www.pearson.com>
4. Boyle G. (Ed.). **Renewable Energy: Power for a Sustainable Future**. 3rd ed. Oxford : Oxford University Press, 2012.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems**. Rome : FAO, 2023.
URL: <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/1661488/>
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The Future of Food and Agriculture: Drivers and triggers for transformation**. Rome : FAO, 2023.
URL: <https://www.fao.org>

Додаткові джерела

7. Hauschild M. Z., Rosenbaum R. K., Olsen S. I. (Eds.). **Life Cycle Assessment: Theory and Practice**. Cham : Springer, 2018. 1216 p.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>
URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-56475-3>
8. ISO 14040:2006. **Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework**. URL: <https://www.iso.org/standard/37456.html>
9. ISO 14044:2006. **Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines**. URL: <https://www.iso.org/standard/38498.html>
10. IPCC. **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report**. Cambridge University Press, 2022. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
11. International Renewable Energy Agency (IRENA). **Renewable Energy Statistics 2024**. URL: <https://www.irena.org/Publications>
12. United Nations Environment Programme (UNEP). Матеріали щодо ресурсоефективності, циркулярної економіки та сталого розвитку.
URL: <https://www.unep.org>
13. Семірненко С. Л. **Екологічний підхід до проектування техніки** // Технології XXI сторіччя: збірник тез за матеріалами 27-ої міжнародної науково-практичної конференції (24–26 листопада 2021 р.). Ч. 2. Суми : СНАУ, 2021. С. 109–110.
14. Семірненко С. Л. **Методологічна основа створення засобів інженерної екології** // Матеріали НПК викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (26–29 квітня 2022 р.). Суми, 2022. С. 118.
15. Семірненко С. Л. **Вирішення суспільних проблем через подолання екологічних та інженерних обмежень** // Інноваційні технології в Індустрії 5.0: збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції (21–23 жовтня 2024 р.). Ч. 2. Суми : СНАУ, 2024. С. 80–81.

16. Семірненко С. Л. **Охорона праці та інженерна екологія: розділ «Інженерна екологія». Конспект лекцій.** Суми, 2025. 78 с.
Електронні ресурси та відкриті бази даних
17. European Commission. **The European Green Deal.**
URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
18. European Commission. **Farm to Fork Strategy.**
URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
19. Наукові бази даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar.