



Технології захисту навколишнього середовища

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус) ПО 01

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G2 Технології захисту навколишнього середовища</i>
Освітня програма	<i>Екоефективне повоєнне відновлення забруднених територій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативні</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/ Змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити / 120 годин (лекцій – 30 год., практичних занять – 14 год, СРС -76 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор кафедри геоінженерії, д. т. н., Кофанова Олена Вікторівна Практичні: ст.викладач кафедри геоінженерії, к.т.н., Ган Олена Валеріївна
Розміщення курсу	Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Технології захисту навколишнього середовища» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти фахових компетентностей у сфері впровадження сучасних природоохоронних і ресурсозберігаючих технологій, здатності оцінювати їх ефективність та екологічну безпеку, а також використання цифрових інструментів і геоінформаційних систем для моніторингу, моделювання та просторового планування заходів з охорони довкілля і відновлення забруднених та техногеннозмінених територій.

Мета дисципліни – є підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних аналізувати, оцінювати та впроваджувати інноваційні природоохоронні технології із застосуванням цифрових інструментів, просторового мислення та інженерного аналізу в умовах екологічної трансформації та сталого розвитку.

Спеціальні (фахові) компетентності

ФК03. Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища.

ФК06. Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій

Програмні результати навчання.

ПРН01. Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру.

ПРН03. Використовувати сучасні комунікаційні, комп'ютерні технології у природоохоронній сфері, збирати, зберігати, обробляти і аналізувати інформацію про стан навколишнього середовища та виробничої сфери для вирішення завдань професійної діяльності.

ПРН10. Оцінювати вплив промислових об'єктів на навколишнє середовище, наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення, планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище.

ПРН14. Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища.

ПРН16. Обґрунтовувати ідеї, впроваджувати і використовувати інноваційні підходи, спрямовані на відновлення пошкоджених територій внаслідок війни та техногенних і природних катастроф із забезпеченням сталості.

Основними **завданнями** навчальної дисципліни є:

- формування здатності застосовувати знання з екологічної інженерії та технологій захисту довкілля у практичних ситуаціях;
- розвиток навичок використання науково обґрунтованих методів очищення атмосферного повітря, водного середовища та ґрунтів;
- опанування інноваційних технологій очищення ґрунтів, води, повітря з урахуванням принципів сталого розвитку;
- розвиток навичок застосування геоінформаційних систем і цифрових інструментів для моніторингу та просторового планування природоохоронних заходів;
- розвиток навичок просторового мислення, моделювання та планування інфраструктур очищення;
- формування навичок командної діяльності, цифрової комунікації та презентації рішень.

Предмет дисципліни – технології захисту навколишнього середовища, що охоплюють методи очищення атмосферного повітря, водного середовища та ґрунтів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідно володіти знаннями з екології, післявоєнного відновлення постраждалих територій, екологічної інженерії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ до технологій захисту навколишнього середовища

Тема 2. Інноваційні технології очищення та захисту атмосферного повітря

Тема 3. Технології очищення та захисту водного середовища

Тема 4. Технології захисту земельних ресурсів та ґрунтів

Тема 5. Геоінформаційні системи в екологічному проектуванні

Тема 6. Стале просторове планування територій для екологічного відновлення

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Герасимов О. І. Технічні засоби захисту навколишнього середовища: підручник. – Київ: Центр учбової літератури, 2023. – 240 с. (фонд бібліотеки КПІ)
2. Технології захисту навколишнього середовища / Т. Ткаченко та ін. Київ : КНУБА, 2024. 330 с.
URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/40c4e464-fcfe-4e67-8fbe-9087682d0b60/content>

3. Будзяк О. С., Максименко Н. В. Екологічне планування та просторовий розвиток: навч. посіб. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2014. – 152 с.
4. ISO 14044:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.
<https://www.iso.org/standard/38498.html>

Додаткова література

1. Гомеля М. Д., Крисенко Т. В., Дейкун І. М. Очисні споруди. Основи проектування: навч. посіб. – Київ: НТУУ "КПІ", 2007. – 264 с. <https://h.twirpx.link/file/2295626/>
2. Пітак І. В. та ін. Геоінформаційні технології в екології: навч. посіб. – Чернівці, 2012. – 273 с.
https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/Ekologichna-heoinformatyka_literatura-dlia-lektsiy.pdf
3. Autodesk® Solutions for Environmental Engineering. Engineering a better environment [Електронний ресурс]. – Autodesk. – Режим доступу: [solutions for environmental engineering brochure.pdf](https://www.autodesk.com/press/releases/2017/04/20/autodesk-environmental-engineering-brochure)
4. Huang L. et al. (2021). Application of remote sensing and GIS in ecological restoration. Ecological Indicators, 127. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107709>
5. European Environment Agency (2021). Digital tools for green infrastructure planning.
<https://www.eea.europa.eu/publications>
6. Yale Center for Environmental Law & Policy. Environmental Performance Index (EPI) 2022.
<https://epi.yale.edu>
7. Павловський С. М. Основи автоматизованого проектування. – Херсон: Олді-плюс, 2021. – 597 с.
8. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи: навч. посіб. – Харків: ХНЕУ, 2013. – 260 с.
9. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу. – Харків: ХНАМГ, 2012. – 336 с.
10. Волошин І. М. Основи екологічної експертизи. – Львів: ЛНУ, 2002. – 82 с.
[https://repository.ldufk.edu.ua/...](https://repository.ldufk.edu.ua/)
11. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
12. Закон України «Про екологічну експертизу»
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/45/95-вр>
13. ДБН А.2.2-1:2021. ОБНС https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98038
14. ISO 14001:2015 – Environmental management systems
<https://www.iso.org/standard/60857.html>
15. ISO 14004:2016 – Guidelines for implementation
<https://www.iso.org/standard/60858.html>
16. ISO 14031:2013 – Environmental performance evaluation
<https://www.iso.org/standard/52297.html>
17. ISO 18504:2017 – Sustainable remediation
<https://www.iso.org/standard/62688.html>
18. ISO/TR 14062:2002 – Environmental aspects in product design
<https://www.iso.org/standard/33020.html>
19. Запольский А. К. Фізико-хімічні основи очищення стічних вод. – Київ: Лібра, 2000. – 552 с.
<https://stud.com.ua/456/ekologiya/>

Інструкції та платформи для роботи:

1. **AutoCAD for Environmental Engineers – A Practical Guide.**
Autodesk Knowledge Network
<https://knowledge.autodesk.com>
2. **QGIS Documentation (включає керівництва українською).**
<https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html>

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) В процесі навчання використовуються наступні методи: пояснювально-ілюстративний В процесі навчання використовуються наступні методи: пояснювально-ілюстративний метод під час лекційних занять, проблемно-пошуковий (дослідницький) метод під час дискусій, практичних занять. Із наочних засобів використовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, Canva та навчальні матеріали, таблиці з довідковими даними. Під час практичних занять і самостійної роботи студент має ознайомитися з теоретичним матеріалом.

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні (семінарські)	Самостійна а робота студента
Тема 1. Вступ до технологій захисту навколишнього середовища	14	4	2	8
Тема 2. Інноваційні технології очищення та захисту атмосферного повітря	16	6	2	8
Тема 3. Технології очищення та захисту водного середовища	16	6	2	8
МКР	2		1	1
Тема 4. Технології захисту земельних ресурсів та ґрунтів	16	6	2	8
Тема 5. Геоінформаційні системи в екологічному проектуванні	12	4	2	6
Тема 6. Стале просторове планування територій для екологічного відновлення	12	4	2	6
МКР	2		1	1
Екзамен	30			30
Всього годин	120	30	14	76

Назва теми лекції та перелік основних питань
Тема 1. Вступ до технологій захисту навколишнього середовища
1.1. Актуальні проблеми довкілля, напрями екотехнологій. 1.2. Властивості біосфери, біогеохімічні цикли та екосистема як її складова. 1.3. Показники якості навколишнього природного середовища. Види антропогенного впливу на навколишнє середовище 1.4. Основні джерела забруднення навколишнього природного середовища та види забруднювачів.
Тема 2. Інноваційні технології очищення та захисту атмосферного повітря
2.1. Склад атмосфери та фізичні процеси в ній. Природа атмосферних забруднювачів. 2.1. Інновації в технологіях очищення повітря. 2.2. Проектування обладнання для систем захисту довкілля
Тема 3. Технології очищення та захисту водного середовища
3.1. Джерела забруднення води. Контроль якості води. 3.2. Методи очищення промислових стічних вод. 3.3. Ресурсозбереження у водопостачанні та водовідведенні.
Тема 4. Технології захисту земельних ресурсів та ґрунтів
4.1. Техногенні ландшафти. Джерела забруднення земельних ресурсів та ґрунтів. 4.2. Інновації та кращі практики для захисту та поліпшення ґрунтів. 4.3. Рекультивація порушених земель.
Тема 5. Геоінформаційні системи в екологічному проектуванні
5.1. Основи цифрового проектування в екотехнологіях. 5.2. Поняття цифрового двійника. Цифрові моделі територій. 5.3. QGIS для екологічного моделювання забруднень. Просторове планування через супутниковий моніторинг.

5.4. Цифрові інструменти оцінки екоефективності (LCA, KPI, EMS, InVEST).

Тема 6. Стале просторове планування територій для екологічного відновлення

6.1. Екоурбанізм і зелено-блакитна інфраструктура (BGI) у відновленні.

6.2. Просторові стратегії відновлення територій: післяконфліктний підхід.

6.3. Методи екологічної оцінки територій для проектування інфраструктури.

6.4. Інтеграція ВДЕ у стратегію екологічного відновлення

№ з/п	Практичні заняття та перелік основних питань
1	Практична робота 1. Розрахунок батарейного циклону для очищення атмосферного повітря від газових викидів
2	Практична робота 2. Розрахунок первинного горизонтального відстійника для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок
3	Практична робота 3. Оцінка забруднення ґрунтів шкідливими речовинами. МКР1
4	Практична робота 4. Цифрове креслення природоохоронної установки в AutoCAD. Ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD. Створення моделі локальних очисних споруд (наприклад, фільтр або резервуар).
5	Практична робота 5. ГІС-аналіз ділянки з урахуванням забруднення та деградації. Ознайомлення з інтерфейсом QGIS. Аналіз зон техногенного навантаження з використанням QGIS. Побудова heatmap (теплової карти) концентрацій небезпечних речовин.
6	Практична 6. Геопросторовий аналіз придатності територій для розміщення ВДЕ Розрахунок генерації електроенергії.
7	Практична 7. Створення моделі екоінфраструктури з урахуванням сценаріїв розвитку. Презентація проєктного рішення. МКР2

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає:

- підготовку до лекційних занять – 15 год;
- підготовку до практичних занять – 14 год;
- підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;
- підготовку до екзамену – 30 год.
- самостійне опрацювання тем, які не розглядаються на заняттях (Додаток Б) – 15 год.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування навчальної дисципліни застосовується **пояснювально-ілюстративний та проблемно-пошуковий (дослідницький) метод** навчання.

. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський або ZOOM, а практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom / Meet (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом) та мають бути завантажені відповідні програмні засоби. Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; модульне тестування; варіанти семестрової роботи розміщено на платформі «Сікорський».

Практична робота: студенти виконують та оформлюють завдання, проводять захист виконаної роботи (демонстрація у ПЗ, пояснення алгоритмів, розрахунків).

Модульні контрольні роботи складаються з модельного тестування на Google Forms пишуться на практичних заняттях та включають теоретичні та прикладні знання. Якщо контрольні

заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня.

Під час проходження курсу студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагиату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (фахове видання України категорія А або Б). За публікацію тез доповіді та участь у науковій конференції – 5 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Політика щодо академічної доброчесності здобувачами передбачає, зокрема: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового, контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі за семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання і оформлення всіх практичних робіт, виконання МКР та семестровий рейтинг більше 30 балів.

1 Календарний контроль

Під час семестру двічі проводиться календарний контроль у вигляді атестації (як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях). За атестацію окремих балів не виставляється. Для успішного проходження 1 атестації студент повинен виконати не менш 2 практичних завдань, а при проходженні другої – не менш чотирьох.

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання модульної контрольної роботи (що складається з двох частин);
- робота на практичних заняттях;
- відповідь на екзамені;
- заохочувальні бали (не входять в загальний рейтинг).

Поточний контроль:

Контрольний захід	Кількість заходів	Ваговий бал	Рейтинг
Виконання завдань на практичних заняттях	7	4	28
МКР	2	11	22
ВСЬОГО:			50

Нижня межа позитивного оцінювання робіт, передбачених заходами поточного контролю – не

менше 60% від балів, визначених для цього виду роботи.

2 Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин: МКР 1 і МКР 2, виконана у вигляді тестових завдань які містять 11 запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал. Для тих студентів, що не змогли виконати МКР вчасно, назначається окремий час в кінці семестру.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу – 22 балів (11 балів×2).

Виконання завдання оцінюється за такими критеріями:

Оцінка	Кількість балів	Кількість помилок
Відмінно	11	0
Дуже добре	9-10	1-2
Добре	8	3
Задовільно	7	4
Достатньо	6	5
Незадовільно	0	Более 5

3 Робота на практичних заняттях складається з участі студента у обговоренні питань та вирішенні завдань. Максимальна кількість балів за практичне заняття – 4 бали. Максимальна кількість балів за виконання всіх практичних робіт – $7 \times 4 = 28$ балів.

Виконання оцінюється за такими критеріями:

- завдання виконано повністю, без помилок, із глибоким аналізом та обґрунтованими висновками; студент активно працював на занятті, надавав аргументовані відповіді на додаткові запитання – 4 бали;
- завдання виконано повністю, але з незначними помилками або неточностями; активність на занятті середня, відповіді на запитання достатньо обґрунтовані – 3 бали;
- завдання виконано мінімально або не виконано, без належного аналізу та висновків; студент не проявляв активності на занятті – 0 балів.

4 Самостійна робота студента (СРС)

Під час семестру здобувачі вищої освіти самостійно опрацьовують з доступної літератури та конспектують теми, які не розглядаються на заняттях і наведені у Додатку Б.

5 Складання екзамену

На екзамені студенти письмово виконують 3 завдання (Додаток А), з яких: 2 – теоретичні питання, що оцінюються по 15 балів, та практичне завдання, яке складається з розв'язання питання практичного спрямування, яке оцінюється в 20 балів.

Відповіді оцінюються у 15 (20) балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язання завдання) – 14-15 (19-20) балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язання завдання з незначними неточностями) – 13 (17-18) балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язання завдання з незначними неточностями) – 11-12 (15-16) балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 10 (13-14) балів;
- «достатньо», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 9 (12) балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Розрахунок суми основних рейтингових балів

Сума основних рейтингових балів відповідає рейтинговій шкалі (100 балів)

Розрахунок шкали рейтингу: $R = 22 \text{ (МКР)} + 28 \text{ (Пр.)} + 50 \text{ (екзамен)} = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль надаються у Додатку А.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або двома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог відповідно до [Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті](#)

Визнання результатів навчання, отриманих здобувачами ВО в інших закладах ВО, зокрема і за програмами академічної мобільності, регулюється [Положенням про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів формальної освіти](#) та [Положенням про академічну мобільність КПІ ім. Ігоря Сікорського](#).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: к. т. н., Ган Оленою Валеріївною

Ухвалено: кафедрою геоінженерія (протокол № 15 від 23.06.2025 р.)

Погоджено: Навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 11 від 25.06.2025 р.)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- 1 Порівняйте актуальні проблеми довкілля на глобальному та національному рівнях.
- 2 Проаналізуйте основні напрями розвитку екотехнологій.
- 3 Надайте визначення поняття «біосфера» та розкрийте її властивості.
- 4 Обґрунтуйте значення біогеохімічних циклів для сталого функціонування біосфери.
- 5 Проаналізуйте структуру екосистеми як складової біосфери.
- 6 Оцініть показники якості навколишнього природного середовища.
- 7 У яких випадках рекомендується застосовувати інтегральні індекси для оцінки стану довкілля?
- 8 Надайте характеристику основних видів антропогенного впливу на довкілля.
- 9 Порівняйте основні джерела забруднення навколишнього середовища.
- 10 Надайте визначення поняття «забруднювач довкілля» та класифікуйте їх за видами.
- 11 Порівняйте склад атмосфери в природному стані та під впливом антропогенних факторів.
- 12 Проаналізуйте фізичні процеси в атмосфері, що впливають на поширення забруднювачів.
- 13 Надайте визначення поняття «атмосферні забруднювачі» та класифікуйте їх.
- 14 Обґрунтуйте необхідність впровадження інновацій у технології очищення повітря.
- 15 Проаналізуйте сучасні методи очищення повітря від пилу.
- 16 Оцініть ефективність інноваційних методів газоочистки.
- 17 У яких випадках рекомендується застосовувати батареїні циклони?
- 18 Надати характеристику основних принципів проектування обладнання для систем захисту довкілля.
- 19 Порівняйте традиційні та інноваційні технології очищення атмосферного повітря.
- 20 Проаналізуйте роль систем моніторингу атмосферного повітря у зниженні рівня забруднень.
- 21 Порівняйте природні та антропогенні джерела забруднення води.
- 22 Проаналізуйте методи контролю якості води.
- 23 Надайте визначення поняття «промислові стічні води».
- 24 Обґрунтуйте доцільність використання відстійників для очищення стічних вод.
- 25 Проаналізуйте методи очищення стічних вод від органічних домішок.
- 26 Оцініть роль мембранних технологій у сучасних системах очищення води.
- 27 У яких випадках рекомендується застосовувати біологічні методи очищення стічних вод?
- 28 Надати характеристику сучасних технологій ресурсозбереження у водопостачанні.
- 29 Порівняйте централізовані та локальні системи очищення стічних вод.
- 30 Які фази розвитку проходить система водовідведення у процесі модернізації?
- 31 Порівняйте природні та техногенні ландшафти.
- 32 Проаналізуйте основні джерела забруднення земельних ресурсів.
- 33 Надайте визначення поняття «деградація ґрунтів».
- 34 Обґрунтуйте значення рекультивації порушених земель.
- 35 Проаналізуйте інноваційні підходи до захисту ґрунтів.
- 36 Оцініть ефективність кращих практик у сфері збереження земельних ресурсів.
- 37 У яких випадках рекомендується проводити хімічну меліорацію ґрунтів?
- 38 Надати характеристику технологій фіторемедіації.
- 39 Порівняйте методи рекультивації земель за цілями використання.
- 40 Які фази розвитку проходить земельна ділянка під час відновлення після забруднення?
- 41 Надайте визначення поняття «цифрове проектування в екотехнологіях».
- 42 Проаналізуйте роль цифрових двійників у моделюванні довкілля.
- 43 Надати характеристику цифрових моделей території.
- 44 Обґрунтуйте доцільність використання QGIS у екологічному проектуванні.
- 45 Проаналізуйте переваги супутникового моніторингу для просторового планування.
- 46 Оцініть значення цифрових інструментів LCA та KPI у системі управління довкіллям.
- 47 У яких випадках рекомендується застосовувати програму InVEST?
- 48 Порівняйте традиційні методи екологічного моделювання з геоінформаційними підходами.

- 49 Надайте характеристику систем екологічного менеджменту (EMS).
- 50 Які фази розвитку проходить геоінформаційна модель території від збору даних до аналізу результатів?
- 51 Проаналізуйте роль Smart-рішень у забезпеченні кліматично нейтрального відновлення.
- 52 Наведіть приклади інтеграції ВДЕ у локальні системи очищення води або повітря.
- 53 Порівняйте ефективність використання сонячної та вітрової енергії для екологічного відновлення території.
- 54 Проаналізуйте цифрові інструменти для моніторингу впровадження ВДЕ у природоохоронних системах.
- 55 Проаналізуйте переваги інтеграції відновлюваних джерел енергії у цифрові екологічні рішення.

Питання практичного напрямку

1. Побудуйте локальної очисної споруди (резервуар, фільтр, дренажна система) із зазначенням основних елементів та їхніх функцій.
2. Розрахуйте площу буферної зони навколо водойми, якщо відстань санітарного захисту становить 50 м, а довжина берегової лінії — 600 м.
3. Порівняйте дві технології очищення повітря (наприклад, циклон та електрофільтр), склавши таблицю «принцип роботи – ефективність – вартість – сфера застосування».
4. Визначте індекс екологічної стійкості території за спрощеною методикою: $I = \frac{\text{Азел}}{\text{Азаг}}$ де Азел — площа зелених насаджень, Азаг — площа території.
5. Побудуйте спрощену карту-зонування території підприємства: виробнича зона, санітарно-захисна зона, житлова забудова.
6. Складіть схему зелено-блакитної інфраструктури (BGI) міста (наприклад, парк – водойма – лісосууга) та позначте їхні зв'язки.
7. Розрахуйте викиди CO_2 від котельні, якщо відомо: споживання вугілля — 100 т/рік, коефіцієнт емісії — 2,4 т CO_2 /т палива.
8. Складіть таблицю переваг і недоліків відновлюваних джерел енергії (сонце, вітер, біоенергія, гідро).
9. Намалюйте блок-схему процесу очищення стічних вод: механічне → біологічне → доочищення → утилізація осаду.
10. Запропонуйте три сценарії відновлення деградованої території (наприклад, кар'єру або звалища) та схематично зобразіть кожен.

Додаток Б

Перелік тем, які виносяться на самостійне опрацювання

Теми, які виносяться на самостійне вивчення	Кількість годин
Циркулярна економіка у природоохоронних технологіях	2
Екологічна стандартизація та міжнародні сертифікації	1
Кліматичне моделювання та прогнозування впливу промисловості	2
Біоінженерія та фітореMediaція у відновленні забруднених територій	2
Сталий транспорт та декарбонізація міських систем	2
Технології поводження з небезпечними відходами	2
Екологічні ризики та надзвичайні ситуації техногенного характеру	2
Системи моніторингу стану довкілля	2
Всього годин	15