



Екотоксикологія (ПВ03)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	18 Виробництво та технології
Спеціальність	183 Технології захисту навколишнього середовища
Освітня програма	Технології захисту навколишнього середовища та гуманітарне розмінювання
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Денна
Рік підготовки, семестр	3 рік навчання, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС Лекції – 36 год, практики – 18 год, самостійна робота студента (СРС) – 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / Модульна контрольна робота (МКР)
Розклад занять	schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ст. викладач Сергієнко Микола Іванович, ux0un@ukr.net , 050-380-95-78 Практичні: ст. викладач Сергієнко Микола Іванович, ux0un@ukr.net , 050-380-95-78 Консультації: середа, 16:00-17:00, 201-22.
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

Навчальна дисципліна «Екотоксикологія» - навчальна дисципліна професійної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», що реалізується в межах сертифікатної програми «Геоєкологія та рекреаційні ресурси».

Дисципліна спрямована на формування у здобувачів системного розуміння закономірностей впливу токсичних речовин і забруднювачів на живі організми, популяції, екосистеми та біосферу в цілому. Особлива увага приділяється джерелам і шляхам надходження токсикантів у компоненти довкілля, механізмам їх трансформації, накопичення та передачі в трофічних ланцюгах, а також оцінюванню екологічних ризиків, пов'язаних із хімічним забрудненням.

Мета дисципліни – є формування у здобувачів системи теоретичних знань і практичних умінь щодо закономірностей впливу токсичних речовин і забруднювачів на живі організми, популяції та екосистеми, механізмів їх надходження, трансформації, міграції та накопичення у компонентах довкілля, а також здатності оцінювати екологічні ризики та обґрунтовувати заходи щодо мінімізації негативного впливу токсичних забруднювачів на біосферу.

У результаті вивчення дисципліни у здобувачів вищої освіти формуються такі компетентності: К1. Здатність оцінювати екологічні ризики, пов'язані з впливом токсичних речовин на екосистеми та здоров'я людини;

K2. Здатність розробляти заходи щодо мінімізації впливу забруднювачів на біосферу та впроваджувати стратегії екологічної безпеки;

K8. Здатність застосовувати сучасні методи екологічного моніторингу та розробляти стратегії відновлення забруднених територій.

Предмет дисципліни – є закономірності взаємодії токсичних речовин і забруднювачів із живими організмами та компонентами екосистем, механізми їх токсичної дії, трансформації, міграції, накопичення та передачі в трофічних ланцюгах, а також методи оцінювання екологічної небезпеки та ризиків, пов'язаних із токсичним забрудненням довкілля.

Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямована дисципліна:

РН1. Вміти оцінювати вплив токсичних речовин на екосистеми та здоров'я людини, використовуючи сучасні методи аналізу.

РН2. Вміти розробляти та впроваджувати заходи зменшення негативного впливу токсичних забруднювачів на довкілля.

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

Для успішного опанування вибіркової навчальної дисципліни «Екотоксикологія» здобувачі вищої освіти повинні володіти базовими знаннями, сформованими під час вивчення таких навчальних дисциплін: «Загальна екологія»; «Загальна хімія»; «Біологія».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Екотоксикологія як наука

Тема 2. Забруднювачі та токсиканти довкілля

Тема 3. Токсикокінетика ксенобіотиків

Тема 4. Токсикодинаміка ксенобіотиків

Тема 5. Екотоксикологічна характеристика забруднення атмосферного повітря

Тема 6. Забруднення води, якість води та методи очищення

Тема 7. Батареї та акумулятори: екологічні ризики і перероблення

Тема 8. Екотоксикологія ґрунтів і наземних екосистем

Тема 9. Забруднення довкілля нафтою та нафтопродуктами

Тема 10. Гуманітарне розмінування та екотоксикологічні наслідки бойових дій

Тема 11. Важкі метали та потенційно токсичні елементи у довкіллі

Тема 12. Органічні забруднювачі довкілля

Тема 13. Нові забруднювачі довкілля

Тема 14. Сучасні методи екотоксикологічного аналізу та біотестування

Тема 15. Оцінка екологічного ризику

Тема 16. Моніторинг токсичного забруднення та оцінювання стану екосистем

Тема 17. Очищення і відновлення забруднених територій

Тема 18. Стратегії екологічної безпеки та управління токсичними ризиками

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Снітинський В. В., Хірівський П. Р., Гнатів П. С. Екотоксикологія. 2-ге вид., перероб. і допов. Херсон : Олді+, 2025. 396 с. ISBN 978-966-289-164-5. URL: <https://oldiplus.ua/ekotoksikologiya/>
2. Бабак В. П., Запорожець А. О. Контроль забруднення атмосферного повітря на базі сенсорних мереж. Київ : Академперіодика, 2025. 354 с. ISBN 978-966-360-560-9. URL: <https://ienergy.kyiv.ua/publications/monographs/>
3. Максименко Н. В. Метеорологія і кліматологія : підручник. Харків : Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2024. 256 с. ISBN 978-966-285-850-1. URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/items/589eb13f-ca05-4494-9fc6-a6af63cd27d9>

4. Banaee M., Di Paola D., Cuzzocrea S., Cordaro M., Faggio C. Biomarkers in aquatic ecotoxicology: understanding the effects of xenobiotics on the health of aquatic organisms. *Biochemical and Physiological Response During Oxidative Stress – From Invertebrates to Vertebrates* / eds. M. Cordaro, R. Di Paola, R. Fusco. London : IntechOpen, 2024. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.1006063>
5. Lee H., Sam K., Coulon F., De Gisi S., Notarnicola M., Labianca C. Recent developments and prospects of sustainable remediation treatments for major contaminants in soil: a review. *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 912. Article 168769. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168769>

Додаткова література:

1. Sauvé S. Toxicology, environmental chemistry, ecotoxicology, and One Health: definitions and paths for future research. *Frontiers in Environmental Science*. 2024. Vol. 12. Art. 1303705. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1303705>
2. Srinivasan S., Shanthakumar S., Ashok B. Sustainable lithium-ion battery recycling: a review on technologies, regulatory approaches and future trends. *Energy Reports*. 2025. Vol. 13. P. 789–812. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.12.043>
3. Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste – Turning Rubbish into a Resource / United Nations Environment Programme, International Solid Waste Association. Nairobi : UNEP, 2024. DOI: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>
4. Dickman R. A., Aga D. S. A review of recent studies on toxicity, sequestration, and degradation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Journal of Hazardous Materials*. 2022. Vol. 436. Art. 129120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129120>
5. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Стельмах В. Ю. Гідроекологічні аспекти водопостачання та водовідведення : навч. посіб. Київ : ДІА, 2023. 228 с. ISBN 978-617-7785-40-7.
6. Sun W., Wang B., Ouyang W., Liu Z., Zhang H. Tire wear particles in aquatic environments: a systematic review of sources, detection, distribution, and toxicological impacts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2025. Vol. 305. Art. 119236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.119236>
7. Splodytel A., Sut-Lohmann M., Rintoul-Hynes N. Environmental risks of humanitarian demining: evidence from a war-affected region (Ukraine). *Science of the Total Environment*. 2026. Vol. 1046. Art. 181958. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2026.181958>
8. Datsko O., Zakharchenko E., Butenko Y., Melnyk O., Kovalenko I., Onychko V., Ilchenko V., Solokha M. Ecological assessment of heavy metal content in Ukrainian soils. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, No. 11. P. 100–108. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/192669>
9. Sahoo A. K., Madgaonkar S. R., Chivukula N., Karthikeyan P., Ramesh K., Marigoudar S. R., Sharma K. V., Samal A. Network-based investigation of petroleum hydrocarbons-induced ecotoxicological effects and their risk assessment. *Environment International*. 2024. Vol. 194. Art. 109163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109163>
10. Li X., Shen X., Jiang W., Xi Y., Li S. Comprehensive review of emerging contaminants: detection technologies, environmental impact, and management strategies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2024. Vol. 278. Art. 116420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116420>

Літературу, бібліографія якої подана з DOI або електронним посиланням, можна знайти у відкритих наукових базах даних, інституційних репозитаріях або на сайтах видавців. Для

нормативних питань використовуються чинні редакції законодавства України та документів ЄС. Обов'язковими для опрацювання є окремі розділи основної літератури [1]-[5]. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни «Екотоксикологія» здійснюється із застосуванням комплексу традиційних, активних та інтерактивних методів навчання, спрямованих на формування у здобувачів освіти системного розуміння закономірностей поширення, трансформації та впливу токсичних речовин на живі організми, екосистеми і здоров'я людини. Лекційні заняття проводяться із застосуванням словесних методів (пояснення, розповідь, бесіда), наочних методів (презентації, схеми, діаграми, відеоматеріали, результати наукових досліджень), а також проблемно-орієнтованого та частково-пошукового підходів. Особлива увага приділяється джерелам екотоксикантів, механізмам їх міграції та трансформації в компонентах довкілля, процесам біоаккумуляції та біомагніфікації, оцінюванню екологічних ризиків і сучасним методам екотоксикологічного контролю.

Практичні заняття базуються на поєднанні словесних, наочних і практичних методів навчання та спрямовані на формування навичок аналізу екотоксикологічних ситуацій, оцінювання впливу небезпечних речовин на компоненти довкілля, інтерпретації результатів лабораторних і моніторингових досліджень, а також обґрунтування природоохоронних заходів щодо мінімізації екологічних ризиків. Під час занять здобувачі виконують ситуаційні та розрахунково-аналітичні завдання, аналізують реальні кейси забруднення навколишнього середовища, працюють із нормативними документами, довідковими матеріалами та сучасними науковими публікаціями, беруть участь у дискусіях і колективному обговоренні шляхів вирішення екотоксикологічних проблем.

Самостійна робота здобувачів передбачає опрацювання лекційного матеріалу, рекомендованої навчальної та наукової літератури, підготовку до практичних занять, аналіз нормативно-правових документів у сфері екологічної безпеки та охорони довкілля, а також підготовку до поточного й семестрового контролю. Контроль результатів навчання здійснюється за допомогою заходів поточного та семестрового контролю відповідно до критеріїв оцінювання, визначених у силабусі дисципліни та рейтинговій системі оцінювання, із дотриманням принципів академічної доброчесності.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
Лекція 1	Екотоксикологія як наука Предмет, мета і завдання екотоксикології. Вплив хімічних, фізичних і біологічних чинників на живі організми, популяції та екосистеми.
Лекція 2	Забруднювачі та токсиканти довкілля Джерела надходження забруднювачів у довкілля. Класифікація токсикантів за походженням, хімічною природою, механізмом і вибірковістю дії, особливості їх поведінки у воді, ґрунті та повітрі.
Лекція 3	Токсикокінетика ксенобіотиків Шляхи надходження, поглинання, розподіл, біотрансформація та виведення ксенобіотиків з організму. Фактори, що визначають внутрішню дозу токсичної речовини.
Лекція 4	Токсикодинаміка ксенобіотиків Механізми токсичної дії ксенобіотиків на молекулярному, клітинному, тканинному та органному рівнях. Основні мішені токсичної дії та формування несприятливих біологічних ефектів.
Лекція 5	Екотоксикологічна характеристика забруднення атмосферного повітря

	Основні токсичні забруднювачі атмосферного повітря та джерела їх утворення. Первинні та вторинні забруднювачі. Транскордонне перенесення та атмосферна міграція токсикантів. Вплив забруднення повітря на організми, екосистеми та здоров'я людини. Показники та методи оцінювання токсичного забруднення атмосферного повітря.
Лекція 6	Екотоксикологія водних екосистем Основні токсичні забруднювачі поверхневих і підземних вод. Поведінка токсикантів у водному середовищі. Евтрофікація та токсичне забруднення. Вплив забруднювачів на гідробіоти. Біоаккумуляція токсикантів у водних харчових ланцюгах. Біоіндикація стану водних екосистем.
Лекція 7	Батареї та акумулятори: екотоксикологічні ризики та технології рециклінгу Хімічний склад і токсикологічні властивості компонентів батарейок та акумуляторів, екотоксикологічні ризики їх використання, пошкодження, зберігання та неналежного поводження з відпрацьованими виробами. Сучасні технології повторного використання та рециклінгу для запобігання забрудненню довкілля і мінімізації негативного впливу на живі організми.
Лекція 8	Екотоксикологія ґрунтів і наземних екосистем Джерела токсичного забруднення ґрунтів. Важкі метали, пестициди та інші забруднювачі ґрунтів. Міграція та трансформація токсикантів у ґрунті. Вплив забруднення на ґрунтову біоту, рослини та наземні екосистеми. Перехід токсикантів із ґрунту в рослини та харчові ланцюги.
Лекція 9	Забруднення довкілля нафтою та нафтопродуктами Джерела та шляхи надходження нафти й нафтопродуктів у довкілля. Міграція та трансформація вуглеводнів у ґрунтах, поверхневих і підземних водах. Токсична дія на живі організми та екосистеми, екологічні наслідки та заходи щодо мінімізації негативного впливу.
Лекція 10	Гуманітарне розмінування та екотоксикологічні наслідки бойових дій Специфічні джерела токсичного забруднення, пов'язані з вибухонебезпечними предметами та бойовими діями. Особливості поширення і трансформації вибухових речовин та продуктів детонації у компонентах довкілля. Екотоксикологічна оцінка ризиків під час розмінування та відновлення забруднених територій. Заходи щодо мінімізації вторинного забруднення.
Лекція 11	Важкі метали та потенційно токсичні елементи у довкіллі Джерела надходження, форми існування та міграції, біодоступність і токсична дія важких металів та інших потенційно токсичних елементів (Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni та ін.) у компонентах довкілля. Особливості їх накопичення та біоаккумуляції у ґрунтах, водних екосистемах і живих організмах, трансформація та передача трофічними ланцюгами.
Лекція 12	Органічні забруднювачі довкілля Пестициди, поліхлоровані біфеніли, діоксини, фурани, поліциклічні ароматичні вуглеводні та інші органічні токсиканти. Джерела, властивості, стійкість, міграція та поширення в довкіллі. Біоаккумуляція, біомагніфікація та токсична дія на живі організми й екосистеми.
Лекція 13	Нові забруднювачі довкілля Мікропластик, фармацевтичні препарати, пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS) та інші нові забруднювачі довкілля. Джерела їх надходження, шляхи поширення, трансформації та персистентність у компонентах довкілля. Біоаккумуляція та потенційні екотоксикологічні ефекти нових забруднювачів. Оцінювання ризиків їх впливу на водні й наземні екосистеми та здоров'я людини.
Лекція 14	Сучасні методи екотоксикологічного аналізу та біотестування Хімічні, фізико-хімічні та біологічні методи визначення токсикантів. Інструментальні методи аналізу. Біотестування, тест-організми, біомаркери та біоіндикатори. Інтерпретація результатів екотоксикологічних досліджень.

Лекція 15	Оцінка екологічного ризику Ідентифікація небезпеки, оцінювання експозиції та токсичності, характеристика ризику, кількісне та якісне оцінювання ризику, оцінювання ризиків для екосистем і здоров'я людини, невизначеність та обмеження результатів оцінювання.
Лекція 16	Моніторинг токсичного забруднення та оцінювання стану екосистем Завдання та рівні моніторингу. Вибір об'єктів і показників спостережень, відбір проб та контроль якості даних. Виявлення джерел і просторово-часове оцінювання поширення токсичного забруднення. Використання результатів моніторингу для оцінювання стану екосистем.
Лекція 17	Заходи щодо запобігання та мінімізації токсичного забруднення довкілля Принципи запобігання забрудненню. Технологічні, організаційні та природоохоронні заходи зменшення надходження токсикантів у довкілля. Очищення та знешкодження забруднених викидів, стічних вод і ґрунтів. Зменшення утворення токсичних відходів. Принципи найкращих доступних технологій для мінімізації токсичного впливу.
Лекція 18	Стратегії екологічної безпеки та управління токсичними ризиками Принципи управління токсичними ризиками, запобіжний принцип, встановлення нормативів якості довкілля, планування заходів реагування, екологічний контроль, відповідальність за забруднення та прийняття управлінських рішень.

Практичні заняття

№ з/п	Тема практичного заняття та завдання, які на нього виносяться
Практичне заняття 1	Оцінювання екотоксикологічного впливу частинок зношування автомобільних шин на довкілля Розрахувати обсяги надходження частинок зношування шин з автомагістралі та оцінити токсичність їх компонентів для гідробіонтів. Запропонувати інженерно-біологічні бар'єри (дощові сади, фітофільтри) для очищення стоку (K2, PH2).
Практичне заняття 2	Розрахунок кінетики зниження концентрації токсиканта в організмі та компонентах довкілля Побудувати кінетичні моделі виведення токсиканта, розрахувати константи елімінації, період напіввиведення та коефіцієнт біонакопичення (BCF). Оцінити ризики хронічного впливу за залишковими концентраціями.
Практичне заняття 3	Токсикологія та очищення питної води від водоймища до крана Проаналізувати схеми водопідготовки щодо видалення токсикантів, оцінити вторинне забруднення у водопровідних мережах (важкі метали, пластифікатори) та обґрунтувати технології доочищення (зворотний осмос, сорбція).
Практичне заняття 4	Оцінювання екотоксикологічних ризиків забруднення питної води та ефективності її очищення Розрахувати добове надходження (ADD), індекс небезпеки (HQ/HI) та канцерогенний ризик (CR) токсикантів у питній воді. Оцінити ефективність систем очищення для зниження екологічних і медичних ризиків.
Практичне заняття 5	Аналіз результатів моніторингу атмосферного повітря та ідентифікація ймовірних джерел забруднення Проаналізувати часові й просторові дані моніторингу повітря та встановити джерела забруднення за допомогою рози вітрів і кореляційного аналізу. Оцінити токсичну загрозу для населення шляхом порівняння концентрацій із ГДК та нормативами ВООЗ.
Практичне заняття 6	Оцінювання екотоксикологічних наслідків впливу вибухових речовин на живі організми та довкілля. Заходи захисту від впливу токсичних продуктів вибуху Оцінити рівні забруднення ґрунтів і підземних вод продуктами вибуху та важкими металами. Проаналізувати шляхи їх міграції у трофічних ланцюгах. Розробити заходи локалізації забруднення та біозахисту.
Практичне заняття 7-8	Моделювання поширення токсиканта в довкіллі та розроблення програми моніторингу і заходів ремедіації для обраного об'єкта

	Обрати об'єкт і токсикант, побудувати модель поширення забруднення з урахуванням абіотичних факторів, розробити сітку моніторингу та запропонувати схему ремедіації.
Практичне заняття 9	Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до лекцій – 18 год;

підготовку до практик – 16 год;

підготовку до МКР– 4 год;

підготовку до заліку – 6 год.

самостійне опрацювання окремих питань – 22 год.

Питання на самостійне опрацювання

Теми	Години
Екотоксикологія агроєкосистем і новітні засоби захисту рослин Токсикологічні аспекти застосування біопестицидів та пестицидів нового покоління. Механізми гормональних порушень у наземних і водних організмів під дією залишкових кількостей сучасних гербіцидів та фунгіцидів.. Екотоксикологічні наслідки формування стійкості популяцій шкідників і бур'янів до хімічних препаратів.	4
Сучасна комбінована та сумісна токсичність (Cocktail Effect) Сумація (аддитивність), синергізм, антагонізм та сенсibiliзація при одночасному впливі декількох ксенобіотиків. Моделі розрахунку сумісної токсичності. Феномен токсичності сумішей, компоненти яких перебувають на рівнях нижче NOAEC (найвищої недіючої концентрації).	4
Нанотоксикологія та специфіка дій матеріалів нанорозміру Вплив розміру, форми, площі поверхні та поверхневого заряду наночасток на їх біодоступність і проникність через біологічні бар'єри. Механізми токсичної дії наночасток. Взаємодія наночастинок із природною органічною речовиною (гумусовими кислотами) та їх поширення у трофічних ланцюгах.	5
Екологічна епігенетика та міжпоколінний вплив токсикантів Метилування ДНК, модифікація гістонів та експресія мікроРНК під дією екологічних стресорів та токсикантів. Передача несприятливих біологічних ефектів (мутацій, порушень репродуктивної системи, імундепресії) наступним поколінням, які не зазнавали прямого впливу забруднювача. Використання епігенетичних маркерів у моніторингу.	4
Екотоксикологічні аспекти поводження з небезпечними відходами промисловості та енергетики Екотоксикологія зола-шлакових відходів та хвостосховищ. Персистентність та токсичність стійких органічних забруднювачів (СОЗ) промислового походження. Екотоксикологічна оцінка альтернативних палив та технологій декарбонізації.	5
Всього	22

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у здобувача вищої освіти на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom, а також відкрито курс «Екотоксикологія» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Заняття згідно з розкладом проводяться за допомогою додатку Zoom (за умови дистанційного навчання). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський».

Під час вивчення дисципліни «Екотоксикологія» здобувачі вищої освіти 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 «Екотоксикологія» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання плагіату, фабрикації, фальсифікації в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За написання статті за тематикою дисципліни та її публікацію здобувачу вищої освіти нараховується 10 балів (видання, що індексується Scopus або Web of Science) або 7 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль: тест по лекційному матеріалу (18 лекцій × 2=36 балів), завдання в рамках практичного заняття (8 практичних робіт × 5 бали = 40 балів), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 24 бали). **МКР складається з двох теоретичних запитань та задачі.** Для тих студентів, що не змогли виконати її вчасно, назначається окремий час в кінці семестру.

Практична робота оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- завдання виконано повністю (не менше 90 %), надано обґрунтовані відповіді, відсутні помилки – 5 балів;
- завдання виконано достатньо повно (не менше 60 %), відповіді надано, але вони менш глибокі або частково неповні або наявні незначні неточності – 3 бали;
- завдання фактично не виконано (менше 60 %) або виконано з грубими помилками – 0 балів.

Теоретичне питання МКР оцінюється у 7 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), логічно структурована, з коректним використанням термінології, наведені обґрунтування, приклади та власні висновки, можливі незначні неточності – 7 балів;
- відповідь неповна (не менше 60 % інформації), розкрито основні аспекти теми, можливе недостатнє обґрунтування та/або відсутні приклади – 5 балів;
- відповідь неповна (менше 60 % інформації) та/або містить грубі помилки та/або відсутні обґрунтування та приклади та/або не відповідає суті питання – 0 балів.

Задача МКР оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- розв'язання правильне, логічно обґрунтоване, наведені проміжні розрахунки, зроблено правильні висновки, можливо запропоновано альтернативний підхід – 10 балів;
- розв'язання логічне, проте є окремі неточності та/або недостатньо повне обґрунтування – 8 балів;
- розрахунки неповні та/або є помилки у логіці чи обґрунтуванні, але основна ідея відповіді простежується – 6 балів;
- розв'язання відсутнє або неправильне та/або містить грубі помилки – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані практичні роботи, МКР, а також рейтингова оцінка – 30 балів і більше.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та набрали 60 і більше балів, отримують відповідну рейтингову оцінку без потреби проходження заходу семестрового контролю. Сума

рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку, але набрали менше 60 балів, а також ті, хто бажають підвищити свою рейтингову оцінку, проходять захід семестрового контролю. Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за рейтингом.

Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з **двох теоретичних запитань** з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та **завдань**.

Кожне теоретичне запитання оцінюється у 30 балів за такими критеріями:

«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 30 – 27 балів;

«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 26 – 23 бали;

«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 22 – 18 балів;

«незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Задача оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 40 – 36 балів;

«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 35 – 30 балів;

«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 29 – 24 бали;

«незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Результати навчання, набуті у неформальній / інформальній освіті можуть бути визнані відповідно до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>). Зарахована може бути як навчальна дисципліна повністю, так і її складові (змістовні модулі, окремі теми).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст.викл. кафедри геоінженерії Сергієнко Миколою Івановичем

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол № 13 від 26 червня 2026 року)

Погоджено навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 43 від 29 червня 2026 року)

Додаток

1. Які фізико-хімічні властивості ксенобіотиків та як саме впливають на їхню проникність крізь біологічні мембрани?
2. Поясніть вплив ліпофільності та ступеня іонізації молекул токсиканта на його біоаккумуляцію в організмі.
3. Які шляхи надходження токсичних речовин в організм ссавців та як саме вони визначають швидкість розвитку токсичного ефекту?
4. Поясніть вплив фаз біотрансформації (модифікації та кон'югації) на токсичність та швидкість елімінації ксенобіотиків.
5. Які молекулярні мішені токсичної дії та як саме їх ураження призводить до розвитку оксидативного стресу в клітинах?
6. Поясніть вплив розміру частинок ($PM_{2.5}$ та PM_{10}) і метеорологічних умов на глибину проникнення та час перебування аерозолів у дихальних шляхах людини.
7. Які чинники середовища та як саме впливають на процеси фотохімічного утворення вторинних забруднювачів в атмосфері?
8. Поясніть вплив рН, температури та вмісту розчиненого кисню на форми існування та токсичність важких металів у водних об'єктах.
9. Які біохімічні механізми евтрофікації водойм та як саме масове розмноження ціанобактерій впливає на гідробіонтів?
10. Поясніть вплив хімічного складу акумуляторного електроліту та катодних матеріалів на ступінь екотоксикологічної небезпеки при їх неналежній утилізації.
11. Які показники (рН, вміст гумусу, ГВК) та як саме визначають рухомість і біодоступність важких металів у ґрунтовому профілі?
12. Поясніть вплив фракційного складу нафтових вуглеводнів на їхню стійкість до біодеградації та вибірккову токсичність для ґрунтової мікробіоти.
13. Які фізико-хімічні властивості продуктів детонації вибухових речовин та як саме вони впливають на їхню фітотоксичність і міграцію у підземні води?
14. Поясніть вплив валентності та хімічної форми (координаційних сполук) важких металів на їхню токсикокінетику в трофічних ланцюгах.
15. Які молекулярні властивості стійких органічних забруднювачів (CO_2) та як саме вони зумовлюють ефекти біомагніфікації у трофічних мережах?
16. Поясніть вплив морфології та поверхневого заряду частинок мікропластику на їхню здатність сорбувати та транспортувати вторинні токсиканти.
17. Які критерії вибору тест-організмів та як саме чутливість різних систематичних груп впливає на достовірність результатів біотестування?
18. Поясніть вплив вибору біомаркерів (ферментативних, генотоксичних) на ранню діагностику токсичного ураження екосистем.
19. Які етапи оцінювання екологічного ризику та як саме невизначеність вихідних даних впливає на кінцеві показники небезпеки?
20. Поясніть вплив тривалості впливу (експозиції) та шляху надходження токсиканта на співвідношення між коефіцієнтом небезпеки (HQ) і канцерогенним ризиком (CR).
21. Які фізичні параметри водотоку та як саме впливають на просторово-часове розсіювання плями токсичного забруднення?
22. Поясніть вплив хімічної природи сорбентів на ефективність зв'язування та іммобілізації токсикантів при ремедіації ґрунтів.

23. Які технологічні параметри процесів водопідготовки та як саме впливають на утворення токсичних побічних продуктів дезінфекції?
24. Поясніть вплив просторової конфігурації мережі моніторингу на точність ідентифікації локальних та розсіяних джерел викидів.
25. Які принципи управління токсичними ризиками та як саме запобіжний принцип визначає розробку нормативів гранично допустимих скидів?