

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екології агросфери та екологічного контролю

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
Ю.В. Коломієць
“28” 05 _____ 2024 р

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри
екології агросфери та екологічного контролю
Протокол № 7 від « 15 » травня 2024

Завідувач кафедри
О.І.Наумовська

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП 101 «Екологія»
Боголюбов В.М.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ЕКОЛОГІЧНА ТОКСИКОЛОГІЯ

Галуз знань - 10 Природничі науки

Спеціальність 101 Екологія

Освітня програма – Екологія

Факультет захисту рослин , біотехнологій та екології

Розробник: доцент, к.с-г.н Наумовська О.І.,

кафедра екології агросфери та екологічного контролю

Київ-2024

1. Опис навчальної дисципліни

ЕКОЛОГІЧНА ТОКСИКОЛОГІЯ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>	
Освітня програма		
Характеристика навчальної дисципліни		
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	не передбачено	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	4	4
Лекційні заняття	30 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	45 год.	10 год.
Самостійна робота	45 год.	100 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	—

Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Основною метою навчальної дисципліни є формування у майбутніх фахівців теоретичних знань, умінь та практичних навичок щодо розроблення екологічних та організаційно-правових заходів для уникнення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє природне середовище і людину, зниження вірогідності змін з небажаними екологічними наслідками, забезпечення екологічного балансу на різних рівнях організації агроєкосистем, збалансованого розвитку соціально-економічного потенціалу сільськогосподарських територій і держави в цілому.

Програма навчальної дисципліни побудована за модульним принципом. Кожен з модулів є логічно завершеною складовою системи знань та умінь, що визначені у якості необхідних для формування фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня –бакалавр. В основу формування знань та умінь покладено навчальні елементи.

При викладанні дисципліни передбачається використання сучасних технічних засобів (мультимедійний проектор, епідіаскоп), а також знайомство з міжнародними нормативними документами, присвяченими екологічній безпечності хімічних речовин.

Завдання - розкрити предмет, методи і місце дисципліни Екологічна токсикологія в системі екологічних знань, висвітлити її засади, ознайомитись з основними розділами дисципліни, сприяти формуванню екологічного світогляду майбутніх екологів.

Опанувавши курс, студент повинен знати:

- Предмет, завдання і принципи екологічної токсикології, оцінки ризику та біобезпеки

шкідливих речовин;

- Наукове і методичне забезпечення екологічної токсикології – екотоксикокінетики, екотоксикодинаміки, екотоксикометрії;
- Нормативну і законодавчу базу екологічної токсикології;
- Класифікацію шкідливих речовин за хімічним складом і цільовим використанням;
- Сучасні методи оцінювання екотоксикологічної небезпечності хімічних речовин у об'єктах навколишнього природного середовища;
- Методи аналізу і прогнозування змін довкілля при надходженні шкідливих речовин у навколишнє природне середовище.

Вміти:

- проводити оцінку рівня небезпечності шкідливих речовин для біологічних об'єктів екосистем;
- визначати небезпечні рівні шкідливих речовин у навколишньому природному середовищі;
- визначати екологічні ризики та розробляти екологічні прогнози при забрудненні навколишнього природного середовища ксенобіотиками;
- розробляти заходи щодо зменшення токсичного впливу шкідливих речовин на довкілля.

Набуття компетентностей (відповідно до затвердженої Освітньо-професійної програми за спеціальністю 101 «Екологія»):

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК3. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК11 Здатність працювати в команді.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК2. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

ФК11. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної, біологічної та радіаційної безпеки, а також принципи збалансованого природокористування.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН5. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.

ПРН11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи екологічної токсикології - екотоксикокінетика, екотоксикодинаміка і екотоксиометрія

1. Екотоксикологія: історія виникнення, видатні вчені, наукові школи, основні поняття, терміни, визначення

Історія виникнення і розвитку екотоксикології. Видатні вітчизняні вчені та іноземні вчені-екотоксикологи. Світові та українські наукові екотоксикологічні школи. Токсикологія профілактична та клінічна. Основні завдання профілактичної токсикології. Екологічний та гігієнічний підходи до визначення небезпеки токсикантів. Основні екотоксикологічні терміни і поняття. Основи екотоксикокінетики, екотоксикодинаміки і екотоксикометрії.

2. Екотоксикокінетика – поведінка токсикантів у навколишньому природному середовищі

Джерела надходження токсикантів у НПС (природні, антропогенні). Ідентифікація джерел. Елімінація токсикантів. Ксенобіотичний профіль. Абіотична та біотична трансформація токсикантів. Типи перетворень токсикантів у навколишньому природному середовищі. Основні продукти деградації токсикантів. Коефіцієнт токсичної трансформації. Процеси елімінації, що не пов'язані з деградацією. Біоаккумуляція. Поняття екологічної норми і екологічного ризику. Класифікація хімічних речовин за рівнем небезпечності. Теорія біологічних рецепторів і лігандів. Залежність токсичності від хімічної будови речовини.

3. Екотоксикодинаміка – механізми і форми токсичного впливу на біологічні об'єкти

Механізми токсичного впливу (пряма, опосередкована, змішана дія). Екотоксичність. Аутокотоксичні, демекотоксичні, синекотоксичні ефекти. Кумуляція токсикантів. Коефіцієнт і ступінь кумуляції. Поняття рецептору. Спорідненість токсиканту з рецептором. Рівняння Міхаелісу та Метена. Хронічні отруєння, гострі отруєння. Закономірності накопичення та елімінації токсикантів у біологічних об'єктах. Період напіввиведення токсиканту з біологічних об'єктів. Шкідливі впливи токсикантів: бластомогенна, мутагенна, ембріотоксична, тератогенна дія. Захисні механізми, що зменшують негативний вплив токсикантів на біологічні об'єкти.

4. Екотоксикометрія – перспективна або ретроспективна оцінка токсичності ксенобіотиків

Первинні показники токсичної дії (смертельна доза, концентрація, середньооефективна доза, поріг гострої дії та ін.). безпечний рівень впливу (ГДК, ГД, ГДЕН, МДР, ТПВ та ін.). Похідні показники токсичності (зона токсичної дії, коефіцієнт запасу та ін.).

Модуль 2 Екотоксикологічна оцінка основних груп небезпечних речовин

5. Екотоксикологічна оцінка небезпечності пестицидів

Екологічні ризики застосування пестицидів в агротехнологіях у залежності від їх гострої та хронічної токсичності, фізико-хімічних властивостей, норм та способу внесення у агроценози. Вплив ґрунтово-кліматичних умов на екологічні ризики застосування пестицидів. Здатність ґрунтів до самоочищення внаслідок застосування пестицидів. Вплив пестицидів на показники якості і безпечності сільськогосподарської продукції. Особливості державних випробувань та реєстрації пестицидів в Україні, країнах СНГ та ЄС. Визначення екотоксикологічної небезпечності пестицидів для нецільових об'єктів водної, ґрунтової та наземної екосистем.

6. Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на екосистему

Основні екологічні ризики при застосуванні агрохімікатів. Групування агрохімікатів залежно від особливостей впливу на агроекосистему. Вплив агрохімікатів на процеси акумуляції, латеральної і радіальної міграції біогенних і токсичних речовин. Вплив агрохімікатів на біологічну активність ґрунту. Рухомість токсикантів у ґрунті під впливом агрохімікатів. Агрохімікати і показники якості і безпечності сільськогосподарської продукції. Особливості державних випробувань та реєстрації агрохімікатів в Україні, країнах СНГ та ЄС. Визначення екотоксикологічної небезпечності агрохімікатів для нецільових об'єктів водної, ґрунтової та наземної екосистем. – 2 год./0,05 кредит

7. Загальна екотоксикологічна характеристика основних груп токсичних речовин

Класифікація хімічних речовин за рівнем небезпечності. Теорія біологічних рецепторів і лігандів. Залежність токсичності від хімічної будови речовини. Екотоксикологічна характеристика важких металів, сполук азоту, діоксинів, зоотоксинів, мікотоксинів, фітотоксинів, косметичних засобів, харчових добавок тощо.

Лекція 8. Екотоксикологічна оцінка наноматеріалів і нанотехнологій

Використання наноматеріалів та нанотехнологій у галузях: рослинництві, тваринництві, птахівництві, рибористві, ветеринарії, переробній промисловості, виробництві сільгосптехніки. З(картопля, зернові, овочеві, плодово-ягідні) и технічних (бавовник, льон) Біологічні ефекти наночастинок і наноматеріалів: токсичність залежно від концентрації наночастинок і площі їх поверхні; токсичність залежно від фізико-хімічних властивостей наночастинок; токсичність для людини, флори і фауни.

Екотоксикологічні дослідження наночастинок і визначення на цій основі потенційних

екологічних ризиків. Послідовність оцінки екологічних ризиків наночастинок, нанопрепаратів, зокрема наноагрохімікатів, згідно з проектом ISO/TR 13121.

Програма та структура навчальної дисципліни для:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Основи екологічної токсикології - екотоксикокінетика, екотоксикодинаміка і екотоксиометрія												
Тема 1. Екотоксикологія: історія виникнення, видатні вчені, наукові школи, основні поняття, терміни, визначення	13	4		4		5	12	2				10
Тема 2. Екотоксикокінетика – поведінка токсикантів у навколишньому природному середовищі	15	4		6		5	17			2		15
Тема 3. Екотоксикодинаміка – механізми і форми токсичного впливу на біологічні об'єкти	14	4		5		5	17	2				15
Тема 4. Екотоксиометрія – перспективна або ретроспективна оцінка токсичності ксенобіотиків	15	4		6		5	12			2		10

Змістовий модуль II Екотоксикологічна оцінка основних груп небезпечних речовин										
Тема 5. Екотоксикологічна оцінка небезпечності пестицидів	18	4	6	8	19	2	2			15
Тема 6. Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на екосистему	17	4	6	7	17		2			15
Тема 7. Загальна екотоксикологічна характеристика основних груп токсичних речовин	15	4	6	5	14	2	2			10
Тема 8. Екотоксикологічна оцінка наноматеріалів і нанотехнологій	13	2	6	5	12	2				10
Усього годин	120	30	45	45	120	10	10			100

Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми лабораторних занять

№п/п	Тема і зміст лабораторних занять	Кількість годин
1	Ксенобіотичний профіль середовища	4
2	Оцінка небезпечності речовини за показниками поведінки у компонентах екосистем	6
3	Визначення токсичності речовини за використання залежності доза - ефект (концентрація – ефект)	6
4	Екотоксикологічна оцінка небезпечності хімічної речовини відносно ґрунтових, водних та наземних організмів	6
5	Прогноз небезпечності пестицидів для біоти природних екосистем	6
6	Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за показниками впливу на ґрунтову систему	6
7	Ранжування хімічних речовин за рівнем їх екотоксикологічної небезпечності	6
8	Побудувати модель поведінки наночасточок у компонентах	5

	навколишнього природного середовища та визначити їх потенційний ризик для живих організмів	
	Усього годин	45

Приклади контрольних питань, комплектів тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

	Виберіть правильну характеристику для речовин, які складають ксенобіотичний профіль середовища:
А. ксенобіотики	1. речовини, які накопичуються у середовищі у невластивих концентраціях
В. екополютанти	2. речовини, концентрація яких у середовищі може ініціювати токсичний процес
С. екотоксиканти	3. чужерідні сполуки, здатні модифікувати перебіг нормальних фізіологічних процесів

	Який процес має назву «біомагніфікація»?
1	Виведення шляхом міграції або трансформації з певного компоненту екосистеми
2	Концентрація екотоксиканту в окремому органі, що супроводжується структурно-функціональними порушеннями
3	Збільшення концентрації екотоксиканту у тканинах кожного наступного організму – осередку харчового ланцюга
4	Підвищення концентрації магнію в організмі

	В основі токсичної дії речовини на біологічну мішень лежить:
1	Взаємодія речовини з біологічним об'єктом в межах екосистеми
2	Процес міграції та транслокації
3	Взаємодія речовини з біологічним об'єктом на молекулярному рівні
4	Процес біоаккумуляції

	Вкажіть залежність між видами зв'язків та величиною їх енергії, які утворюються у системі токсикант-молекула-мішень
А. ковалентний	1. 1-4 кдж/мол
В. іонний	2. 20 кдж/мол
С. Ван-дер-Ваальса	3. 40-600 кдж/мол

2	Особливостями ксенобіотичного профілю
3	Антропогенним навантаженням на екосистему
4	Усі відповіді вірні

	Які речовини відносяться до тривало персистентних:
1	нітрати
2	ефіри
3	оксиди вуглецю
4	важкі метали

	Вкажіть, внаслідок яких процесів відбувається біотична та абіотична трансформація ксенобіотиків у навколишньому природному середовищі
1 біотична	Міграція
	Гідроліз

2 абіотична	Транслокація
	Мікробний розклад
Які показники використовують для встановлення токсичності пестициду відносно дафній?	
1	T50
2	LC ₅₀
3	КТТ
4	ГДК

Зниження чисельності мікроорганізмів у ґрунті під впливом препарату відбулося на 68% відносно еталону. До якого класу небезпечності відноситься препарат?	
1	Високо небезпечний
2	Небезпечний
3	Помірно небезпечний
4	Мало небезпечний

Методи навчання

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доказів, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або підкерівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

Отже, розглянуто шість підходів до класифікації методів навчання, шість

Форми контролю

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про

уведення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10).

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.

2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.

3. Іспит.

Видами контролю знань здобувачів вищої освіти є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації. Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи.

Засвоєння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Після проведення проміжних атестацій із змістових модулів і визначення їх рейтингових оцінок лектором дисципліни визначається рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної роботи R_{nr} (не більше 70 балів) за формулою:

$$R_{nr} = 0,7 \cdot (R^{(1)zm} \cdot K^{(1)zm} + \dots + R^{(n)zm} \cdot K^{(n)zm}) / K_{дис}, \text{ де}$$

$R^{(1)zm}, \dots, R^{(n)zm}$ – рейтингові оцінки із змістових модулів за 100-бальною шкалою; n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)zm}, \dots, K^{(n)zm}$ – кількість кредитів Європейської кредитної трансфернонакопичувальної системи (ЄКТС) (або годин), передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K^{(1)zm} + \dots + K^{(n)zm}$ – кількість кредитів ЄКТС (або годин), передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі.

На рейтинг з навчальної роботи можуть впливати рейтинг з додаткової роботи та рейтинг штрафний. Рейтинг з додаткової роботи додається до рейтингу з навчальної і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається здобувачам вищої освіти рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня їх знань з дисципліни. Рейтинг штрафний не перевищує 5 балів і віднімається від рейтингу з навчальної роботи.

Здобувач вищої освіти допускається до складання заліку з дисципліни, якщо з цієї дисципліни ним повністю виконані всі види робіт, передбачені робочим навчальним планом та робочою навчальною програмою, а його рейтинг з навчальної роботи з цієї дисципліни становить не менше, ніж 42 бали (60 балів $0,7 = 42$ бали).

Здобувачі вищої освіти, які з навчальної роботи набрали 60 і більше балів, можуть не складати залік, але повинні з'явитись із заліковою книжкою на залік, де за своєю письмовою згодою (на бланку відповідей на білет) отримати залік –Автоматично, відповідно до набраної кількості балів, переведених у національні оцінки. Якщо здобувачі вищої освіти, які з навчальної роботи набрали 60 і більше балів, не з'явилися на залік, то екзаменатор у відомості обліку успішності навпроти їх прізвищ робить запис «не з'явився».

На заліку, що проводиться методом тестування, рейтинг здобувача вищої освіти з атестації $R_{ат}$ (не більше 30 балів) визначається за формулою

$$R_{ат} = K_{прав} / K_{заг} 30,$$

Де, $K_{прав}$ - кількість правильних елементів у бланку відповідей здобувача, $K_{заг}$ загальна кількість елементів у бланку еталонних відповідей.

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи R_{nr} (до 70 балів):

$$R_{дис} = R_{nr} + R_{ат}.$$

Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10).

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 70 балів): $R_{дис} = R_{НР} + R_{ат}$.

Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: науково-освітню програму, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали практичних занять; контрольні роботи; текстові варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

Рекомендована література

1. Основи екологічної токсикології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів освітньо-професійних програм «Біологія», «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти [Текст] / І. І. Клімкіна, В. Ю. Грунтова. НТУ «Дніпровська політехніка». - Дніпро: НТУ «ДП», 2020. - 41 с. <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/155248/%D0%9C%D0%A0%20%D0%A2%D0%9E%D0%9A%D0%A1%D0%98%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%98%D0%AF%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Білим П. А. Основи промислової токсикології : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека / П. А. Білим ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 26 с. <https://eprints.kname.edu.ua/63664/1/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%B8%D0%BC%2C%2037%D0%9B%2C%202022.pdf>.
3. Петрук Р. В., Кравець Н. М., Петрук Г. Д., і Крикливий Р. Д., «Модифікований метод екотоксів для інтегрального оцінювання потенційної екологічної небезпеки сучасних пестицидних препаратів», *Вісник ВПІ*, вип. 4, с. 32–39, Серп. 2021. <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2655>.
4. Cockerham, L. G., & Shane, B. S. (2019). *Basic environmental toxicology*. Routledge. https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=A3yCDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT15&dq=environmental+toxicology&ots=1MamThmD6j&sig=C2Q9fuDBBqYeGX0qt6BJbvFqbgM&redir_esc=y#v=onepage&q=environmental%20toxicology&f=false.
5. Hughes, W. (2019). *Essentials of environmental toxicology*. CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315272771/essentials-environmental-toxicology-william-hughes>.