

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
КАФЕДРИ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання і прогнозування стану довкілля

Вибіркова

підготовки першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти заочної форми навчання

мова викладання українська

Рекомендовано кафедрою
прикладної механіки
та технологій захисту
навколишнього середовища
на 2023 – 2024 навчальний рік.
Протокол від «28» серпня 2023 року
№ 19

Силабус розроблений відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»

2023 рік

Загальна інформація про дисципліну

Анотація дисципліни

Дисципліна «Моделювання і прогнозування стану довкілля» вивчає типи моделей, що використовуються в галузі охорони довкілля; етапи моделювання та їх послідовність; принципи застосування диференціальних рівнянь при моделюванні екологічних процесів; основні положення математичної статистики та умови використання регресійних моделей; процедуру аналізу і моделювання часових рядів; методи прогнозування на основі регресійної моделі та моделі часового ряду; основні моделі гідро-екологічних процесів і водних екосистем, процесів переносу забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, ґрунтовому середовищі; види прогнозів забруднення атмосфери, водного середовища, ґрунтового та рослинного покриву; моделі екологічних систем. В результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти навчиться визначати тип моделі; виконувати необхідні розрахунки параметрів моделі; визначати фактори антропогенного впливу на стан навколишнього природного середовища та окремих екосистем; розробляти і використовувати моделі популяційної екології; використовувати методи математичного та імітаційного моделювання для прогнозування забруднень повітря, поверхневих вод, ґрунтів та рослинного покриву; оцінювати адекватність і ефективність прогностичних схем; інтерпретувати дані глобального моніторингу з точки зору сучасних моделей біогеохімічних циклів.

Дисципліна слугує теоретичною базою для отримання практичних знань, вмінь та навичок професійного спрямування.

Інформація про науково-педагогічних працівників

Загальна інформація	Душкін Станіслав Сергійович, доцент кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки, кандидат технічних наук, доцент.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 604. Робочий номер телефону – 707-34-07.
E-mail	dushkin@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	- системи водопостачання та водовідведення; - технології захисту навколишнього середовища у системах водопостачання та водовідведення; - технології захисту водних ресурсів; - підготовка води до питної якості.
Професійні здібності	- навички аналітичних та експериментальних досліджень процесів функціонування систем водопостачання, наявність патентів на винаходи та корисні моделі у галузі очищення природних та стічних вод.
Наукова діяльність за освітнім компонентом	-участь у конференціях; - написання та публікація наукових статей. Профіль у Google Scholar: https://scholar.google.com.ua/citations?user=U9Wz1tUAAAAJ Профіль у ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9345-9632

	Профіль у SCOPUS: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57209021455 Профіль у Web of Science: https://publons.com/researcher/AAK-8407-2020/
--	--

Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу у очному, дистанційному чи змішаному форматі. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться впродовж семестру у час та в кабінеті (аудиторії) за розкладом консультацій або у форматі відеоконференції у системі Zoom (посилання надається викладачем окремо). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета вивчення дисципліни: набуття майбутніми фахівцями необхідних знань, навичок та вмінь для визначення рівня екологічної безпеки довкілля, прогнозування стану об'єктів на підґрунті побудови різних видів та типів моделей, дослідження стану довкілля з використанням сучасних методів та засобів. В результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен вміти застосувати отримані знання для контролю та оцінювання стану забруднення довкілля, наявності промислових викидів, аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	обов'язкова
Рік підготовки	4-й
Семестр	7-8-й
Обсяг дисципліни:	
- в кредитах ЄКТС	6
- кількість модулів	2
- загальна кількість годин	180
Розподіл часу за навчальним планом:	
- лекції (годин)	16
- практичні заняття (годин)	4
- семінарські заняття (годин)	-
- лабораторні заняття (годин)	-
- курсовий проект (робота) (годин)	-
- інші види занять (годин)	-

- самостійна робота (годин)	100	
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	-	
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	Диференційний залік, екзамен, курсова робота	
Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	
Статус дисципліни	обов'язкова	
Рік підготовки	4-й	
Семестр	7-й	8-й
Обсяг дисципліни:		
- в кредитах ЄКТС	3	3
- кількість модулів	1	1
- загальна кількість годин	90	90
Розподіл часу за навчальним планом:		
- лекції (годин)	8	8
- практичні заняття (годин)	2	2
- семінарські заняття (годин)	-	
- лабораторні заняття (годин)	-	
- курсовий проект (робота) (годин)	-	20
- інші види занять (годин)	-	
- самостійна робота (годин)	80	60
- індивідуальні завдання (годин)	-	-
- підсумковий контроль	Диференційний залік	Екзамен, курсова робота

Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни є бажання здобувача к опануванню дисципліни за вибором.

Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми техногенно-екологічна безпека, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Дисциплінарні результати навчання	ДРН
володіти методологією модельного підходу до об'єктів екології та навколишнього середовища, принципами їх моделювання, класифікацією моделей та параметрів об'єктів довкілля;	ДРН1.
знати методи аналізу різних видів моделей, принципи їх побудови та оптимізації, характеристики випадкових величин, алгоритми побудови стохастичних математичних моделей за експериментальними чи статистичними даними;	ДРН2.
володіти методами побудови моделі у вигляді диференційних	ДРН3.

рівнянь;	
Очікувані компетентності з дисципліни	ОКД
володіти методами прогнозу показників і параметрів навколишнього середовища на основі аналізу часових рядів;	ОКД1.
уміти систематизувати та вирізняти моделі довкілля за їх видами, визначати зв'язок між вхідними та вихідними змінними моделі у вигляді математичних залежностей;	ОКД2.
уміти аналізувати багатовимірні моделі за змінними на вході-виході, застосовувати аналітичні методи пошуку оптимальних значень досліджуваних об'єктів довкілля.	ОКД3.

Програма навчальної дисципліни

Теми навчальної дисципліни:

МОДУЛЬ 1.

Тема 1. Види й особливості моделювання в екології.

Задачі навчальної дисципліни та зв'язок з іншими дисциплінами. Понятійний апарат. Особливості моделювання в екології. Екологічний підхід до вивчення довкілля за інтенсивного антропогенного впливу.

Тема 2. Моделі та їх класифікація.

Поняття і типи моделей. Причини моделювання. Вимоги до моделей. Приклади видів моделей. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання.

Тема 3. Математичне моделювання в екології.

Інтерпретацією моделі. Реальні моделі. Ідеальні моделі. Моделювання динаміки екосистем. Сутність і використання в екології змінних величин і функцій.

Тема 4. Статистичні моделі.

Логічно обгрунтовані теорії. Емпіричні дані, що характеризують властивості. Передбачення. Методи статичного моделювання. Похибки.

Тема 5. Лінійні та нелінійні моделі для опису навколишнього середовища.

Аналіз моделі. Побудова моделі. Аналіз структури і зв'язків. Структурні схеми. Етапи створення моделі.

МОДУЛЬ 2.

Тема 1. Моделювання стану атмосфери.

Тепловий баланс. Конденсація і сублімація водяної пари. Опади. Сили і рух в атмосфері. Рівняння руху. Турбулентність. Пограничний і приземний шари атмосфери.

Тема 2. Прогнозування стану атмосфери.

Рівняння турбулентної дифузії в атмосфері. Параметри рівняння турбулентної дифузії. Двовимірне наближення рівняння турбулентної дифузії. Перенос і дифузія домішки в умовах змінного вітру. Моделі поширення домішок в атмосфері.

Тема 3. Моделювання і прогнозування стану водних екосистем.

Руслові процеси. Трансформація речовин у водному середовищі. Гідравлічні параметри відкритого потоку. Нерівномірний усталений рух води у відкритих руслах. Моделі переносу домішок у водотоках. Перенос і осадження завислих речовин у поверхневих водах.

Тема 4. Моделювання і прогнозування стану ґрунту.

Поняття про міграційну здатність забруднювачів у ґрунт. Поведінка поліютантів у ґрунті. Якісні характеристики переходу забруднювачів із ґрунту в рослину. Взаємодія мікроелементів із ґрунтовым вбирним комплексом. Модель переходу радіонуклідів у рослини.

Тема 5. Моделювання і прогнозування антропогенного впливу на ґрунти.

Обчислення коефіцієнта накопичення радіонуклідів рослинами. Модель міграції елементів для сільськогосподарських рослин. Обчислення дозових навантажень на організм людини. Побудова і дослідження моделі росту за умови виснаження поживного середовища.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:

Назви модулів і тем	Заочна (дистанційна) форма					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
7- й семестр						
Модуль 1.						
Тема 1. Види й особливості моделювання в екології.	18	2	0	-	16	МКР
Тема 2. Моделі та їх класифікація.	18	2	0	-	16	
Тема 3. Математичне моделювання в екології.	18	2	2	-	14	
Тема 4. Статистичні моделі.	18	1	0	-	17	
Тема 5. Лінійні та нелінійні моделі для опису навколишнього середовища	18	1	0	-	17	
Разом за модулем 3	90	8	2	-	80	МКР
Всього за 7-й семестр	90	8	2	-	80	
8- й семестр						
Модуль 2.						
Тема 1. Моделювання стану атмосфери.	18	1	0	-	17	20 (КУРСОВА РОБОТА)
Тема 2. Прогнозування стану атмосфери.	18	1	0	-	17	
Тема 3. Моделювання і	18	2	0	-	16	

прогнозування стану водних екосистем.						
Тема 4. Моделювання і прогнозування стану ґрунту.	18	2	0	-	16	
Тема 5. Моделювання і прогнозування антропогенного впливу на ґрунти.	18	2	2	-	14	
Разом за модулем 2	90	8	2	-	80-20	20
Всього за 8-й семестр	90	8	2	-	60	20
Разом	180	16	4	-	160	

Теми семінарських занять – не передбачено навчальним планом

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	7-й семестр	
1	Тема 3.2. Практичне моделювання об'єктів навколишнього середовища.	2
	8-й семестр	
2	Тема 5.1. Моделювання процесу поширення забруднювачів у воді. Модель самоочищення води	2
	Разом	4

Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань

Не передбачено навчальним планом

Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- диференційний залік;
- екзамен;
- усне та письмове опитування на кожному практичному занятті;
- опитування за допомогою програми Opentest2;

- виконання курсової роботи;
- виконання чотирьох модульних контрольних робіт.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України.

Критерії оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі фронтального та індивідуального опитування, виконання письмових завдань, тестування в системі Orentest 2. Опитування проводиться на кожному практичному занятті. Воно передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу).

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку (7-й семестр), екзамену (8-й семестр).

Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Види навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
7-й семестр				
I. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	4	1	4
	практичні заняття*	1	3	3
	Модульна контрольна робота *	1	53	53
Всього				60
Конспект лекцій				10
Разом за поточний контроль Модулі 1-3				70
II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)				-
III. Підсумковий контроль (диференційний залік*)				30
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

*Пояснення:** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

Види навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
8 семестр				
I. Поточний контроль				

Модуль 2	лекції	4	1	4
	практичні заняття*	1	3	3
II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне) – виконання курсової роботи				25
III. Підсумковий контроль (екзамен)*				40
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100
Курсова робота				100

Поточний контроль.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на лекційному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 1 балу):

1 бал – здобувач вищої освіти приймає активну участь в обговоренні питань, розв’язанні задач, демонструє здатність самостійного пошуку відповідей, аналізу наданого матеріалу, надає правильні відповіді на питання викладача;
0 балів – здобувач вищої освіти не приймає участь в обговоренні питань, розв’язанні задач; надає не правильні відповіді на питання викладача.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 3 балів):

3 бали – завдання виконане в повному обсязі, оформлено без граматичних та стилістичних помилок, відповідь правильна, аргументована, використовуються професійні терміни;

1-2 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

0 балів – завдання не виконане.

Виконання модульної контрольної роботи є складовою поточного контролю і здійснюється шляхом самостійного виконання письмової роботи. Кожен варіант модульної контрольної роботи складається з індивідуальних завдань-задач. Розв’язання задач повинно складатися з чітко сформульованого завдання, опису рішення, наявності схем та графіків (за необхідності), порівняння одержаних результатів з довідниковими даними (за необхідністю), обґрунтованого, змістовного висновку на питання задачі.

Модульна контрольна робота є складовою поточного контролю і здійснюється через виконання самостійної письмової роботи та перевіряється під час проведення останнього практичного заняття в межах окремого практичного заняття.

Кожен варіант модульної контрольної роботи складається з чотирьох практичних завдань-задач. Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні модульних контрольних робіт:

Модульна контрольна робота №1

53 балів – правильно розв’язані всі задачі з дотриманням всіх вимог до виконання;

47-52 балів – правильно розв’язані всі задачі, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

31-46 балів – розв’язані всі задачі, але допущені граматичні чи стилістичні помилки;

1-30 балів – розв’язані всі задачі, але допущені помилки в розрахунках та оформленні звітних матеріалів;

0 балів – завдання не виконане.

Індивідуальні завдання. Виконання курсової роботи

53 балів – правильно розв’язані всі задачі з дотриманням всіх вимог до виконання;

47-52 балів – правильно розв’язані всі задачі, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

31-46 балів – розв’язані всі задачі, але допущені граматичні чи стилістичні помилки;

1-30 балів – розв’язані всі задачі, але допущені помилки в розрахунках та оформленні звітних матеріалів;

0 балів – завдання не виконане.

Підсумковий контроль.

Критерії оцінювання знань здобувачів на диференційному заліку:

Диференційований залік складається усно, проводиться на останньому практичному занятті. Напередодні викладач доводить до здобувачів вищої освіти остаточну суму балів, яка була набрана за період навчання та включає бали за роботу на практичних, лекційних заняттях, конспект лекції, та МКР 1.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені:

Підсумковий контроль успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді екзамену.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється від 0 до 40 балів):

Екзамен проходить у вигляді тестування. Кожна правильна відповідь складає 1 бал. Тестове завдання складається з 40 завдань.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні курсової роботи (оцінюється в діапазоні від 0 до 100 балів):

Оформлення звіту курсової роботи 0-20 балів

Оформлення презентації 0-20 балів

Захист курсової роботи 0-60 балів

Перелік теоретичних питань для підготовки до заліку та екзамену:

1. Топографічне моделювання в екології.
1. Ландшафтна екологія та моделювання та прогнозування стану довкілля.
2. Стохастичні моделі динаміки метеоумов.
3. Моделі клімату Землі.
4. Моделі хмарності атмосфери. Вплив хмарності на якість повітря.
5. Кінетичні моделі концентрації озону в атмосфері.
6. Кінетичні моделі азотного циклу в атмосфері.
7. Кінетичні моделі вуглецевого циклу атмосфери.
8. Кінетичні моделі запиленості атмосфери.
9. Моделі смогових явищ.
10. Моделі розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
11. Кінетичні моделі росту фітопланктону—освітленість у водному об'єкті.
12. Стохастичні моделі росту фітопланктону—освітленість у водному об'єкті.
13. Кінетичні моделі БПК та ХПК.
14. Кінетичні моделі концентрації розчиненого у воді кисню.
15. Кінетичні моделі азотного циклу у водних об'єктах.
16. Кінетичні моделі фосфорного циклу у водних об'єктах.
17. Кінетичні моделі вуглецевого циклу у водних об'єктах.
18. Гаусові моделі забруднення атмосфери
19. Гаусові моделі забруднення водних об'єктів.
20. Стохастичні моделі забруднення водних об'єктів.
21. Стохастичні моделі витрати кисню у водних об'єктів.
22. Основні механізми розповсюдження розчиненої домішки в рухомому середовищі.
23. Особливості характеру розсіювання домішки у водному об'єкті при згонному чи нагонному вітрах.
24. Моделі забруднення атмосферного повітря від автотранспорту – кінетика.
25. Моделі забруднення атмосферного повітря від автотранспорту – розсіювання у просторі.
26. Моделювання транспортних потоків у містах та на автомагістралях.
27. Моделі якості деревини як функція метеоумов.
28. Моделі біоценозів типу хижак-жертва.
29. Моделі біоценозів типу коменсалізм.
30. Моделі біоценозів типу симбіоз.
31. Моделі трофічних ланцюгів екосистем.
32. Моделі шумового забруднення довкілля.
33. Моделі вібраційного забруднення довкілля.
34. Моделі радіаційного забруднення довкілля.
35. Моделі здоров'я населення як функція екологічних факторів.

Перелік тем практичних завдань на залік та екзамен:

1. Предметне та знакове моделювання.
2. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні.
3. Принципи екологічного моделювання.
4. Види моделювання.
5. Особливості моделювання в екології.
6. Поняття математичної моделі.
7. Основні принципи і прийоми математичного моделювання.
8. Основні види математичних моделей, використовувані при описі екологічних процесів.
9. Принципи побудови статистичних моделей екопроцесів.
10. Оцінка імовірнісних характеристик показників забруднення довкілля.
11. Поняття функції регресії. Методи визначення функції регресії.
12. Використання методу Монте-Карло для побудови функції регресії.

Політика викладання навчальної дисципліни

1. Здобувач вищої освіти повинен на заняттях приймати активну участь в обговоренні навчальних питань, бути попередньо підготовленим за рекомендованою літературою до практичних та лабораторних занять, якісно і своєчасно виконувати всі завдання.

2. Здобувачі вищої освіти повинні сумлінно виконувати розклад занять з навчальної дисципліни. Пропуски заняття без уважної причини та запізнення на заняття недопустимі (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. Без дозволу науково-педагогічного працівника неприпустимо користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття.

4. Здобувачі вищої освіти повинні чітко виконувати вимоги щодо термінів виконання поставлених завдань, захисту робіт, ліквідації заборгованостей. Невиконання вимог щодо термінів знижує максимальний бал (оцінку) за завдання на 30 %.

5. Здобувачі вищої освіти під час самостійного виконання завдань, а також на всіх заняттях та екзамені, повинні дотримуватися політики доброчесності. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються модульні контрольні роботи, які виконані лише за власним варіантом, виданим кожному здобувачеві окремо, містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.

6. Здобувачі вищої освіти мають право дізнатися про кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни або в електронному журналі успішності відповідної групи та вести власний облік цих балів.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Література

1. Освітньо-професійна програма «Техногенно-екологічна безпека» підготовки бакалавра у галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».
2. Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. – К.: Вид. дім “Академія”, 2010. – 400 с.
3. Диханов С.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Посібник та збірник завдань до самостійної та індивідуальної роботи. – Одеська державна академія холоду, 2010. – 390 с.
4. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник. – Київ: світ, 2003. – 288 с.
5. Загородній Ю.В. Войтенко В.В. Моделі та методи екологічного моделювання / Навчально-методичний посібник /. – Житомир, ЖІТІ, 2000. – 109 с.
6. Гладкий А.В., Скопецький В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч.посібник. – К.: ІВЦ «Вид-во «Політехніка», ТОВ Фірма «Періодика», 2005. – 152 с.
7. Колесник В.Є., Головіна Л.А, Левченко М.В. Пиловий викид вентилятора головного провітрювання вугільної шахти: екологічна небезпека, способи зниження або локалізації: моногр.– Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2011. – 125 с.
8. Мокін В.Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум : навчальний посібник / В.Б. Мокін, В.Г. Петрук, В.В. Ковтун під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 84 с
9. Бараннік В. О. Моделювання і прогнозування стану довкілля : навч. посіб. / В. О. Бараннік. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 85 с.
10. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посіб. / П. І. Ковальчук. – Київ : Либідь, 2003. – 208 с.
11. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології : моногр. / В. І. Лаврик. – Київ : Фітосоціоцентр, 1998. – 131с.
12. Душкін С.С. Математичне модулювання процесів очищення води до питної якості / С.С. Душкін // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (15 – 16 квітня 2020 р., НУЦЗУ, Харків). – Х.: НУЦЗУ, 2020. – С. 254
13. Душкін С.С. Математичне модулювання процесів очищення води до питної якості / С.С. Душкін // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (15 – 16 квітня 2020 р., НУЦЗУ, Харків). – Х.: НУЦЗУ, 2020. – С. 254.

Інформаційні ресурси

1. Наукова періодика України. Бібліотека ім. В. Вернадського www.irbis-nbuv.gov.ua

2. Служба охорони природи – Інформаційний центр <http://sop.org.ua>
3. Науковий центр прикладних екологічних досліджень <http://env.teset.sumdu.edu.ua>
4. Міністерство енергетики та захисту довкілля: /[Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://menr.gov.ua/>
5. Водні ресурси України. /[Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/node/3972>.

Розробник:
доцент кафедри
прикладної механіки та технологій
захисту навколишнього середовища
к.т.н., доцент



Станіслав ДУШКІН