



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Моделювання та прогнозування стану довкілля

Шифр та назва спеціальності

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

-

Кафедра

Хімічна техніка та промислова екологія (154)

Освітня програма

Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору

Рівень освіти

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Козуля Тетяна Володимирівна

tatiana.kozulia@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімічної техніки та промислової екології

Досвід педагогічної роботи – 29 років. Автор та співавтор понад 230 наукових та методичних публікацій. Читає лекції з наступних курсів: «Методи планування та обробки результатів експериментальних досліджень в галузях екології та захисту довкілля», "Грін комп'ютерінг" «Екологічний менеджмент», «Ландшафтна екологія», «Екологічна безпека», "Геоінформаційні технології", «Системи управління відходами».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на отримання теоретичних знань з моделювання складних слабоструктурованих екосистем різного рівня ієрархічної будови, для дослідження складних процесів у ландшафтно-екологічних структурах. У ході набуття інформації про основні підходи, методи і засоби моделювання сформувані наукове уявлення про виникнення, розвиток природних комплексів, природних компонентів, що поєднуються у природно-територіальні комплекси – ландшафти, формування навичок з побудови прогностичних математичних моделей на основі статистичного аналізу.

Мета та цілі дисципліни

Формування базових знань про положення статистичного аналізу як основи обробки, аналізу та оцінки моніторингової інформації. Надання теоретичних і практичних основ когнітивного аналізу, побудови графічних моделей, визначення та оцінки сценаріїв розвитку складних екосистемних утворень.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Розрахункове завдання. Підсумковий контроль – залік

Компетентності

. Знання теоретичних основ моделювання складних систем в межах вирішення завдань екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

Здатність до розуміння вагомості основних теорій, методів та принципів математичного моделювання для практичної діяльності.

Здатність прийняття рішень щодо розробки заходів, спрямованих на збереження природних екосистем, їх ландшафтно-біологічного різноманіття.

Результати навчання

Виявляти фактори, що визначають формування та розвиток природних ландшафтних комплексів. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

На практичних заняттях використовуються репродуктивні та проблемно-пошукові методи навчання та акцентується увага на вирішенні реальних екологічних проблем на основі комп'ютерного моделювання, використання при прогнозуванні розвитку систем еколого-соціально-економічного розвитку.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Наукові основи екологічного моделювання і прогнозування. Загальні поняття моделювання стану довкілля.	2
Тема 2. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання Види моделювання. Предметне моделювання. Знакове моделювання. Особливості моделювання в екології. Принципи екологічного моделювання. Моделювання стану екосистем за теорією катастроф.	2
Тема 3. Методи аналізу і моделювання стану навколишнього природного середовища	2

Основні поняття й етапи системного аналізу. Методологічні питання системного підходу. Індуктивні методи системного моделювання й прогнозування стану довкілля.

Тема 4. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля 2
Екологічні дані. Цілі і завдання збору статистичних даних. Зведення та групування статистичних даних. Статистичні показники. Середні характеристики динамічного ряду.

Тема 5. Принципи побудови статичних моделей екологічних процесів. 2
Теорія і практика дисперсійного аналізу: фактори, гіпотези, пошук чинників рішень. Використання програмних пакетів при моделюванні подій і результативних статистичних даних

Тема 6. Принципи побудови статичних моделей екологічних процесів. 2
Формування та різноманітність ґрунтів. Деградації земель. Оцінка еволюції ґрунтового покриву. Зміни в динаміці поживних речовин у ґрунті після ведення сільського господарства.

Тема 7.. Етапи математичного моделювання. 2
Принцип ієрархічності структури екосистеми. Склад математичної моделі екологічного процесу. Етапи математичного моделювання. Теорія множин і відображень. Апарат диференціальних рівнянь. Апарат інтегральних рівнянь. Аналіз властивостей математичної моделі..

Тема 8. Методи моделювання довкілля за даними натурних спостережень 2
Моделювання стану довкілля на принципах самоорганізації. Моделювання екологічних процесів на основі графічних відображень. Програмні пакети для побудови графічних моделей об'єктів екологічного аналізу, розв'язку задач пошуку ризик-факторів

Тема 9. Моделювання стану довкілля як слабоструктурованих систем. 2
Моделювання діяльності на базі теорії графів. Можливості дослідження складних систем на основі когнітивного підходу: когнітивне імітаційне моделювання складних систем.

Тема 10. Дослідження складних систем на основі когнітивного підходу: когнітивне імітаційне моделювання складних систем: статистичний та динамічний аналіз. 2
Оцінки структурної значимості елементів когнітивної карти. Аналіз циклів графу когнітивної карти. Математичні моделі вимірювання та передбачення процесів навколишнього життя.

Тема 11. Моделювання, прогнозування та охорона повітряного басейну. 2
Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами. Моделювання процесу забруднення повітря автотранспортом.

Тема 12. Моделювання і прогнозування стану водних екосистем. 2
Теоретичні моделі та їх скінченно-різницеві аналоги. Схема спостережень та ідентифікація рівнянь динаміки забруднень у річках. Імітаційні математичні моделі в гідроекології

Тема 13. Розрахунок нестаціонарного поширення забруднень в озерах і водосховищах. 2
Довгострокове прогнозування забруднення водоймищ. Самоочищення водного об'єкта; розрахунок кратності розведення стічних вод (початкове та основне). Приклади моделювання й прогнозування полів забруднення водоймищ.

Тема 14. Моделювання і прогнозування антропогенного впливу на ґрунти 2

Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів.
Моделювання й прогнозування антропогенного впливу пестицидів і радіонуклідів.

Тема 15. Система прийняття рішень для раціонального водокористування при зрошенні 2

Моделювання впливу на ґрунти меліоративних процесів. Математичні моделі «врожайність—динаміка вологості ґрунту».

Тема 16.. Сучасні методи моделювання і прогнозування стану екосистем та глобальних біосферних процесів 2

Основні тенденції з моделювання природно-техногенних комплексів. Основи системології наукових досліджень

Загальна кількість годин 32

Практичні заняття

За наявності

Теми практичних/семінарських занять

Кількість годин Вагові
коефіцієнти b

Тема 1. Завдання прикладного багатовимірного статистичного аналізу та моделювання в еколого-економічному моніторингу 2 0,1
Класифікація об'єктів статистичного аналізу. Основні види моделей на базі статистичної інформації

Тема 2. Оцінка стану складних систем та прийняття рішення в умовах невизначеності у вигляді статистичних спостережень. 4 0,3
Принципи дисперсійного та регресійного аналізу. Проведення аналітичних завдань з використанням статистики в Microsoft Excel

Тема 3. Завдання обліку ризику з погляду еколого-економічної діяльності. 2 0,1
Моделі статистичного аналізу. Байєса з ризик аналізу..

Тема 4. Методичні особливості еколого-економічного аналізу на базі графічних мережевих моделей. 2 0,1
Пошук оптимального рішення і прогнозування змін в екосистемах при антропогенному навантаженні.

Тема 5. Приклади прогнозування небезпеки за даними спостережень і використання методів статистичного аналізу. 2 0,1
Використання програмних пакетів STATISTICA, Microsoft Excel для отримання рівнянь дисперсійного і кореляційного аналізу

Тема 6. Оцінка екологічних процесів забруднення довкілля на основі когнітивного підходу 4 0,3
Правила розв'язання задач з оцінки екологічного стану територіальних об'єктів у просторі та часі при невизначеності ситуацій на основі графічного моделювання.

Загальна кількість годин 16 $\sum_{i=1}^n b_i = 1$

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Моделювання та прогнозування стану довкілля



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Одна підсумкова контрольна робота, яка охоплює теоретичні питання курсу та проходить у формі тестового опитування за лекційним матеріалами.

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти a

Контрольна робота	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n a_i = 1$

Самостійна робота

Курс передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та підготовку з виконання розрахункового завдання. Завдання пов'язано з методичним забезпеченням, яке надається на практичних заняттях. Розрахункове завдання виконується з використанням засобів комп'ютерної обробки інформації та запропонованого програмного додатку.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Завдання прикладного багатовимірного статистичного аналізу та моделювання в еколого-економічному моніторингу.	4
Тема 2. Оцінка стану складних систем та прийняття рішення в умовах невизначеності у вигляді статистичних спостережень Методи і моделі формування багатокритеріальних оцінок при завданні вихідної інформації.	4
Тема 3. Завдання обліку ризику з погляду еколого-економічної діяльності Системно-середовий рівень досліджень. Оптимальність стану здоров'я	4
Тема 4. Пошук оптимального рішення і прогнозування Оптимальне управління в умовах екологічного менеджменту (СЕМ). Оптимальне екологічне управління	4
Тема 5. Приклади прогнозування масштабів зон токсикологічної небезпеки Оптимальність в умовах еколого-економічних ризиків	4
Тема 6. Методи моделювання для ідентифікації за даними натурних спостережень Прикладне значення задач з неповним спостереженням	4
Тема 7. Оцінка екологічних процесів. Дослідження моделі управління структурними змінами	4
Тема 8. Техногенно-екологічні системи – складні динамічні системи, моделювання систем з концентрованими (ДСКП) та розподіленими (ДСРП) параметрами.	4
Тема 9. Проблеми паралельного моделювання складних динамічних систем.	4
Тема 10. Правила розв'язання задач з оцінки ризику. Ризик у відносному вираженні. Розв'язання задачі мінімізації відносного ризику Структура динамічного навантаження і оптимальне рішення	4
Загальна кількість годин	40

Тематика індивідуальних завдань

Вимоги до виконання індивідуального розрахункового завдання та терміни виконання детально наведені за посиланням у методичних вказівках <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/73744>. Обов'язковим є розробка статистичної моделі, оцінка динаміки природно-техногенного об'єкта при дослідженні екологічної ефективності його функціонування з позицій екобезпеки.

Моделювання та прогнозування стану довкілля



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Тема . Моделювання при системологічному дослідженні складних об'єктів навколишнього середовища. прогнозування впливу техніко-технологічних систем на об'єкти довкілля
Засвоєння практики побудови системологічної моделі об'єкта дослідження екологічних аспектів соціально-економічної діяльності як складного системного утворення «об'єкт – навколишнє середовище»; визначення інформаційного забезпечення з вивчення стану рівноваги системного об'єкта у вигляді системи екологічного моніторингу; прогнозування розвитку об'єкта дослідження відповідно до розробленої статистичної моделі його екологічного стану та оцінка динаміки природно-техногенного об'єкта при дослідженні екологічної ефективності його функціонування з позицій екобезпеки.

Загальна кількість годин

32

Неформальна освіта

Передбачена неформальна освіта у вигляді участі у конференціях за темами курсу і отримання відповідних сертифікатів, подання матеріалів для публікацій відповідно до індивідуальних завдань зараховується як здача розрахункового завдання з максимальною оцінкою 100 балів. В якості підтвердження надається сертифікат учасника та публікація наданих матеріалів.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Пасічник Т.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: навчальний посібник. Видавництво "Магнолія 2006". : 2026. 194 с. ISBN 978-617-574-074-3.
<https://magnolia.lviv.ua/product/modeliuvannia-ta-prognozuvannia-stanu-dovkillia/>
2. Душкін С. С. Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля : курс лекцій з дисципліни / Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. Харків : ХНАДУ, 2026. Ч. 1. 142 с. URI
<https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/28040>
3. Котовенко О. А. Моделювання і прогнозування стану довкілля : навчальний посібник / О. А. Котовенко, О. Ю. Мірошнеченко ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. — Київ : КНУБА, 2026. — 188 с.
URI: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/123456789/19388>
- Хом'як, І. В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир. 2022 <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/34123>
2. Роман Л. Ю., Чундак С.Ю., Марійчук Р.Т. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для студентів хімічного факультету, спеціальності 101 Екологія. Ужгород, 2021. 54 с.
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/52463/1>
3. Фесюк В. О. Географічне моделювання і прогнозування: курс лекцій. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2021. 132 с. URL : https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21060/1/geomod_prog2021.pdf
4. Моделювання та прогнозування стану довкілля : підручник для студентів вищих закладів освіти ОС «Бакалавр» за спеціальністю 101 – Екологія / І. І. Яскевець [та ін.]. К. : НУБіП України, 2018. 563 с.
<https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/7871>
5. Козуля Т. В. Грін-комп'ютинг [Електронний ресурс] : лаб. практикум з навчальної дисципліни "Green computing (дисципліна загальної підготовки)". Ч. 1 : варіанти лабораторної роботи № 1 / М. М. Козуля, Т.

В. Козуля ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 172 с. – URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/73744>

6. Козуля Т. В., Козуля М. М. Інформаційно-методичні основи підтримки прийняття рішень для комплексного дослідження системних об'єктів : монографія.. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. 231 с. URL : <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79823>;
<https://repository.kpi.kharkov.ua/items/51bd528f-330f-4a59-b030-b7e6db891b6a>

Додаткова література

1. Регламент ЄС про відновлення природи та шляхи впровадження в Україні. Аналітична записка. Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». 2025. 32 с.
https://rac.org.ua/wp-content/uploads/2025/03/racse_eu_nature_restoration_regulation_ukr.pdf
2. Коваленко Ю.Л., Ломакіна О.С. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.2-65.44>
Динаміка глобальних викидів парникових газів та екстремальна спека в Україні: прогнозні кліматичні ризики. Екологічні науки № 2(65). 7 с. <https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2026/65/46.pdf>
3. Козак З., Волошанюк В., Андрусевиц Н. Архітектура відбудови України: трансформація підходів і ключові виклики аналітична записка. травень 2026 року. Представництво Фонду ім. Г. Бюлля в Україні, 2026 © РАЦ «Суспільство і довкілля», 2026. 72 с.
<https://rac.org.ua/wp-content/uploads/2026/05/racse-recoveryarchitecture-2026-ukr.pdf>
4. Oleksandr Harbar, Ivan Khomiak, Iryna Kotsiuba, Nataliia Demchuk and Iryna Onyshchuk.
Anthropogenic and natural dynamics of landscape ecosystems of the SlovechanskoOvruchsky ridge (Ukraine). Soc. ekol. Zagreb, Vol. 30 (2021.), №. 3. P. 347-367

Інформаційні ресурси

1. <https://blogs.sas.com/content/hiddeninsights/2019/02/11/how-is-an-analytical-model-like-a-wild-sal>
2. <https://www.sfu.ca/~vdabbagh/Chap1-modeling.pdf>
3. https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,2	0,2	0,6	0

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: П – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
І – оцінка за виконання індивідуального завдання
К – середньозважена оцінка за контрольні роботи
Пк – оцінка за підсумковий контроль

$$K = \frac{K_1 \cdot a_1 + \dots + K_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot b_1 + \Pi_2 \cdot b_2 + \dots + \Pi_n \cdot b_n}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову (Π , K , I , ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECT S
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

31.08.2026



Завідувач кафедри

Олексій ШЕСТОПАЛОВ