

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«Моделювання та прогнозування стану довкілля»

Галузь знань	18 Виробництво та технології
Спеціальність	183 Технології захисту навколишнього середовища
Освітній рівень.....	бакалавр
Освітньо-професійна програма	«Технології захисту навколишнього середовища»
Статус	нормативна
Загальний обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	5 семестр
Мова викладання	українська
Викладачі	проф. Колесник Валерій Євгенійович, асист. Бучавий Юрій Володимирович

Силабус призначено для допомоги опанування студентом навчального контенту з дисципліни, підготовки та проходження контрольних заходів.

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

Опис навчальної дисципліни.

Назва: «Моделювання та прогнозування стану довкілля»

Код: Ф12

Галузь: 18 «Виробництво та технології»

Тип: Нормативна

Кількість встановлених кредитів: 5

Курс: 3-й

Семестр вивчення: 5-й

Рівень вищої освіти: бакалавр

Рік навчання: 3-й

Кількість годин: 150

Викладачі:

- Валерій Євгенійович Колесник, д.т.н., проф., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, тел. (056) 756-00-16, kolesnikve@yahoo.com;

- Юрій Володимирович Бучавий, к.б.н., асистент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, тел. (056) 756-00-16, yurique@3g.ua, <http://ecology.nmu.org.ua/ua/Personal/>

Результати навчання. Вміти застосувати знання з контролю та оцінювання стану забруднення і промислових викидів, з аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля.

Форми організації занять.

- Навчальні заняття – лекції.
- Практична підготовка – лабораторні заняття.
- Самостійна робота – підготовка до навчальних занять.
- Контрольні заходи – екзаменаційна робота, захист лабораторних робіт.

Мета вивчення дисципліни. Формування у майбутніх фахівців умінь та компетенцій для визначення рівнів екологічної безпеки об'єктів довкілля, прогнозування їх стану на основі побудови різних видів і типів моделей та проведення досліджень у професійній діяльності.

Календарно-тематичний план.

Тематичний план та розподіл обсягу часу з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля»

Курси, чверті	Тижні (13 тижнів)	Види, тематика навчальних занять, шифри та зміст результатів навчання за дисципліною	Обсяг, години		
			аудит.	самос- тійна	разом
3 курс, 1, 2 чверть		Лекції			
	1	1. Модельний підхід до об'єктів навколишнього середовища. Об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними та загальні підходи до їхнього моделювання. Джерела інформації для моделювання та прогнозування	2		
	2	2. Сутність моделювання. Основні поняття та визначення. Форми подання моделей. Специфіка моделей живих компонентів навколишнього середовища. Принципи моделювання об'єктів навколишнього середовища. Переваги модельного підходу	2		
	3	3. Класифікація математичних моделей та їх параметрів. Мета та принципи класифікації. Вхідні та вихідні величини моделі. Класифікація факторів, що діють у навколишньому середовищі, та ефектів, що виникають від них. Класифікація антропогенних (техногенних) факторів. Ефекти, що виникають від впливу антропогенних факторів	2		
	4	4. Лінійні моделі в аспектах навколишнього середовища й екології. Приклади лінійних об'єктів та аналіз їх моделей. Постановка завдання з моделювання багатовимірного екологічного об'єкта у вигляді системи лінійних алгебраїчних рівнянь	2	49	75
	5	5. Нелінійні моделі довкілля. Експонентні нелінійності та гомеостатичність об'єктів природного середовища. Нелінійні моделі об'єктів природного середовища. Методи дослідження нелінійних об'єктів на математичних моделях. Моделі популяційних процесів (дискретна модель чисельності). Оцінка та прогноз екологічно небезпечних параметрів гірничого об'єкта з використанням багатомірних нелінійних моделей. Оптимізація в нелінійних об'єктах. Пошук екстремумів функції однієї змінної. Принципи оптимізації в багатомірних моделях. Математичні моделі для оцінки потенційного екологічного ризику	2		
	6	6. Стохастичні моделі довкілля. Види стохастичних моделей і поняття «випадкова величина». Основні характеристики випадкових величин. Побудова регресійної моделі за даними спостережень або статистики. Наближення регресійних моделей методом найменших квадратів. Побудова моделей багатофакторних об'єктів на основі планованого	2		

Курси, чверті	Тижні (13 тижнів)	Види, тематика навчальних занять, шифри та зміст результатів навчання за дисципліною	Обсяг, години		
			аудит.	самос- тійна	разом
		експерименту. Імітаційні моделі (simulation)			
	7	Контрольні заходи (проміжні)	2		
	8	7. Прогнозні моделі стану довкілля. Сутність екологічного прогнозування. Поняття часового ряду та методи його згладжування. Виявлення закономірностей у часових рядах шляхом їхнього згладжування. Короткостроковий прогноз методом експонентного згладжування. Етапи прогнозування стану довкілля	2		
	9	8. Моделі довкілля у вигляді диференціальних рівнянь. Приклади популяційних моделей у диференціальній формі. Чисельні методи рішення диференціальних рівнянь. Диференціальні моделі в системі «хижак-жертва». 9. Система моделей, що імітують динамічні процеси біосфери та людської активності. Біогеоценотична модель В. І. Сукачова. Геохімічні цикли біосфери. Моделювання змін клімату. Модель людської активності. Моделювання зв'язку процесу видобутку та споживання ресурсів з розвитком держави	2		
	10	10. Моделювання та прогнозування забруднення атмосфери в зоні розташування промислових підприємств. Забруднення атмосфери як предмет моделювання та прогнозування. Основні джерела забруднення атмосфери. Фактори, що впливають на поширення забруднювачів в атмосфері. Модель поширення домішок в атмосфері на основі рівняння переносу і дифузії. 11. Побудова математичних моделей для прогнозу поширення викидів в атмосфері. Особливості побудови динамічної моделі переносу пилового викиду. Ідентифікація параметрів динамічної моделі розсіювання промислового викиду	2		
	11	12. Побудова математичних моделей гідроекологічних процесів. Особливості водних екосистем і фактори, що на них впливають. Загальні принципи та підходи до моделювання абіотичних процесів у водоймах. Моделювання процесу поширення забруднювачів у воді. Модель самоочищення води. Моделі динаміки біологічного споживання та розчинення кисню. Модель озерної екосистеми. Моделювання процесу нітрифікації	2		
	12	13. Математичне моделювання забруднення рослинного та ґрунтового середовища. Побудова моделі формування кількості, якості й екологічної чистоти врожаю. Дифузія в ґрунті та донних відкладеннях. Модель озерної екосистеми	2		

Курси, чверті	Тижні (13 тижнів)	Види, тематика навчальних занять, шифри та зміст результатів навчання за дисципліною	Обсяг, години		
			аудит.	самостійна	разом
	13	Контрольні заходи	2		
		Лабораторні заняття		49	75
	1 2	1. Оцінка та прогноз забруднення води в колекторі з використанням математичної моделі у вигляді системи лінійних рівнянь	4		
	3	2. Прогноз значення викиду шкідливого газу, що приводить його концентрацію в контрольній зоні до встановленого рівня	2		
	4	3. Аналіз динаміки чисельності популяції на дискретній моделі	2		
	5 6	4. Визначення величин факторів гірничого об'єкта, що приводять концентрацію шкідливих речовин у контрольній зоні до рівня ГДК	4		
	7	Контрольні заходи	2		
	8	5. Визначення екстремальних значень концентрації пилу в повітрі за фактором швидкості вітру	2		
	9 10	6. Побудова регресійної моделі, що встановлює залежність росту зеленої маси лісопосадки від річних опадів, і прогноз стану посухи	4		
	11	7. Прогноз екологічних показників методами згладжування часових рядів	2		
	12	8. Дослідження залежності зміни концентрації пилу за довжиною конвеєрної галереї	2		
	13	Контрольні заходи	2		
Контроль підсумковий, 2 чверть - іспит		Разом	52	98	150
		Лекції	26	49	75
		Лабораторні заняття	26	49	75

Заплановані види навчальної діяльності та методи викладання.

Лекції – ілюстративно-наочне навчання (пояснення, бесіда, мультимедійна презентація).

Лабораторні заняття – навчання у комп'ютерному класі з використанням інформаційних технологій та обчислювальних експериментів на математичних моделях техногенних об'єктів (виконання лабораторних робіт, підготовка звітів до їх захисту).

Самостійна робота (індивідуальна контрольна робота – особистісно-орієнтована з елементами дистанційної).

Результати вивчення дисципліни. Очікувані результати освоєння дисципліни зводяться до наступних навичок і умінь:

- володіти методологією модельного підходу до об'єктів екології та навколишнього середовища, принципами їх моделювання, класифікацією моделей та параметрів об'єктів довкілля;

- знати методи аналізу різних видів моделей, принципи їх побудови та оптимізації, характеристики випадкових величин, алгоритми побудови стохастичних математичних моделей за експериментальними чи статистичними даними;
- володіти методами прогнозу показників і параметрів навколишнього середовища на основі аналізу часових рядів;
- володіти методами побудови моделі у вигляді диференційних рівнянь;
- знати системи моделей динамічних процесів біосфери, загальні моделі людської активності та виробництва;
- володіти методичними підходами до моделювання і прогнозування процесів переносу забруднювачів в атмосфері;
- володіти принципами побудови математичних моделей гідроекологічних процесів та процесів, що відбуваються в рослинах і ґрунтах;
- уміти систематизувати та вирізняти моделі довкілля за їх видами, визначати зв'язок між входними та вихідними змінними моделі у вигляді математичних залежностей;
- уміти будувати моделі чисельності популяцій та розраховувати й аналізувати динаміку чисельності особин;
- уміти аналізувати багатовимірні моделі за змінними на вході-виході, застосовувати аналітичні методи пошуку оптимальних значень досліджуваних об'єктів довкілля.

Література для вивчення дисципліни

1. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра з спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього». СВО-2018. – К.: МОН України, 2018. – 17 с.
2. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник /В.І.Лаврик, В.М.Боголюбов, Л.М.Полетаєва та ін..– К.: ВЦ «Академія», 2010. – 400 с.
3. Принципи моделювання та прогнозування в екології / О.М. Богобоящий, К.Р.Курбанов, П.Б.Палій, В.М.Шмандій.: Підручник.– К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
4. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник у 2Ч, Ч1 /Т.Б.Михайлівська, В.М.Ісаєнко, В.А.Гроза, В.М.Криворотько.– К.: Книжне вид-во «НАУ», 2006. – 212 с.
5. Гладкий А.В., Скопецкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: ІВЦ «Вид-во «Політехніка», ТОВ Фірма «Періодика», 2005. – 152 с.
6. Рудаков Д.В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: [Навчальний посібник]. – Д.: Вид-во Дніпропетровського університету, 2004. – 160 с.
7. Гринин А.С, Орехов Н.А., Новиков В.Н. Математическое моделирование в экологии: Уч. пособие для вузов. – М.:ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 269 с.
8. Беляев Н.Н., Коренюк Е.Д., Хрущ В.К. Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 192 с.
9. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М.З.Згуровский, В.В.Скопецкий., В.К.Хрущ, Н.Н. Беляев – Киев: Наукова думка. – 1997. – 368 с.
10. 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.

Інформаційні ресурси

- | | |
|--|---|
| 1. http://www.mon.gov.ua | Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. |
| 2. https://menr.gov.ua | Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України. |
| 3. http://nbuv.gov.ua/node/554 | Наукова періодика України. Бібліотека ім. В.Вернадського |
| 4. http://sop.org.ua - | Служба охорони природи – Інформаційний центр |
| 5. http://env.teset.sumdu.edu.ua | Науковий центр прикладних екологічних досліджень |

Політика виставлення балів.

Виставлення балів ґрунтується на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами, які також використовуються для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

Форми оцінювання.

- Поточний контроль – письмова контрольна робота та усне опитування.
- Оцінювання виконання та захисту лабораторних робіт.
- Підсумковий контроль – екзаменаційна робота у письмовій формі.

Питання до іспиту.

Приклади питань до іспиту.

1. Назвіть основні об'єкти моделювання довкілля.
2. Розкрийте поняття екологічного прогнозу.
3. Назвіть і проаналізуйте основне джерело інформації для моделювання об'єктів довкілля.
4. Наведіть схему процесу моделювання, охарактеризуйте її основні блоки й зв'язки між ними.
5. Охарактеризуйте три основні форми подання моделей.
6. Викладіть специфіку моделей живих компонентів довкілля й відомі підходи до їх побудови.
7. Викладіть основні принципи моделювання об'єктів довкілля.
8. Охарактеризуйте особливості та цілі моделювання об'єктів й елементів довкілля.
9. Викладіть переваги модельного підходу перед безпосереднім оперуванням на реальному об'єкті.

10. Наведіть узагальнену класифікацію моделей з переліком видів математичних моделей.
11. Охарактеризуйте попарно наступні математичні моделі: описові – оптимізаційні; детерміновані – стохастичні; статичні – динамічні.
12. Охарактеризуйте типові групи вхідних і вихідних змінних математичної моделі будь-якого об'єкта.
13. Приведіть математичну модель у вигляді рівняння першого порядку.
14. Проаналізуйте модель співвідношення між кількістю опадів і рослинної біомаси в посушливій зоні у вигляді лінійного рівняння.
15. Проаналізуйте структуру й математичну модель ставка-відстійника у вигляді лінійного рівняння із двома вхідними змінними й однією вихідною.
16. Наведіть і поясніть структурну схему очищення шахтної води з використанням ставка-відстійника.
17. Проаналізуйте математичну модель накопичення осаду в шахтному ставку-відстійнику.
18. Викладіть порядок побудови математичної моделі у вигляді системи лінійних рівнянь (на прикладі скидання забруднювачів у колектор стічної води).
19. Викладіть сутність і послідовність методу рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь у матрично-векторній формі.
20. Викладіть основні закони популяцій і поясните їх на прикладі дискретної моделі чисельності Мальтуса.
21. Проаналізуйте дискретний аналог популяційної моделі чисельності Ферхюльста.
22. Проаналізуйте дискретний аналог експонентної моделі чисельності популяції.
23. Сформулюйте постанову задачі побудови й дослідження багатомірної нелінійної моделі (на прикладі задачі про викиди забруднювачів агрегатом окискування концентрату залізної руди).
24. Наведіть порядок рішення нелінійних рівнянь й їхніх систем методом Ньютона у векторно-матричній формі.
25. Наведіть приклади моделей, які вимагають визначення оптимальних параметрів
26. Викладіть сутність математичних методів пошуку екстремумів функцій.
27. Проаналізуйте алгоритм пошуку екстремуму функції методом дихотомії.
28. Викладіть основні принципи й етапи багатомірної оптимізації.
29. Охарактеризуйте математичні моделі для оцінки потенційного екологічного ризику (соціального; впливу на навколишнє середовище; завданого збитку).
30. Приведіть типовий порядок побудови регресійної моделі.
31. Викладіть сутність повного факторного експерименту.
32. Коротко викладіть сутність імітаційної моделі й послідовність її побудови.
33. Поясніть поняття «екологічний предиктор» та «терміновість прогнозу».
34. Викладіть принцип прогнозування на основі аналізу часових рядів.
35. Викладіть сутність виділення детермінованих і випадкових складових часових рядів, включаючи загальні й періодичні тренди.
36. Проаналізуйте алгоритм згладжування часового ряду за трьома точками.
37. Перелічіть характерні етапи прогнозування стану довкілля.
38. Викладіть основні принципи моделювання демографічних процесів.
39. Викладіть способи ідентифікації параметрів динамічної моделі розсіювання промислового пилу.