

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

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**  
завідувач кафедри  
Павличенко А.В. \_\_\_\_\_

«13» лютого 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Моделювання та прогнозування стану довкілля»**

Галузь знань .....	10 «Природничі науки»
Спеціальність .....	101 «Екологія»
Освітній рівень.....	бакалавр
Освітньо-професійна програма	«Екологія»
Спеціалізація .....	-
Статус .....	нормативна
Загальний обсяг .....	8,5 кредитів ЄКТС (255 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання .....	5-й семестр (9, 10 чверті)
Мова викладання .....	українська

Викладачі: проф. Колесник Валерій Євгенійович, ас. Бучавий Юрій Володимирович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для бакалаврів освітньо-професійної програми «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», каф. екології та технологій захисту навколишнього середовища. – Д.: НТУ «ДП», 2019. – 15 с.

Розробники:

- Колесник Валерій Євгенійович – професор, доктор технічних наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища,
- Бучавий Юрій Володимирович – кандидат біологічних наук, асистент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде корисною для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішеннями методичної комісії спеціальності 101 «Екологія» (протокол № 2 від 13.02.2019).

## ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ .....	5
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	6
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	7
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	9
6.1 Шкали .....	10
6.2 Засоби та процедури.....	10
6.3 Критерії.....	11
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	13
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 101 «Екологія» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф 15 «Моделювання та прогнозування стану довкілля» віднесено такі результати навчання:

ПР9	Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.
ПР11	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.

**Мета дисципліни** – формування у майбутніх фахівців (бакалаврів) умінь та компетенцій для прийняття обґрунтованих рішень, спрямованих на розв’язання екологічних проблем та обдуманого вибору шляхів їх вирішення, на основі пошуку й використання інформації з відповідних джерел, застосування інформаційних технологій, побудови різних видів і типів моделей, необхідних для забезпечення екологічних досліджень та визначення і прогнозування стану об’єктів довкілля.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР9	ПР9.1-Ф15	Уміти систематизувати та вирізняти моделі довкілля, класифікувати моделі, розділяти моделі на лінійні і нелінійні, визначати зв'язок між вхідними та вихідними змінними моделі
	ПР9.2-Ф15	Уміти будувати дискретні моделі чисельності популяцій та розраховувати й аналізувати динаміку чисельності особин
	ПР9.3-Ф15	Уміти аналізувати багатовимірні моделі за змінними на вході-виході, застосовувати аналітичні методи пошуку екстремумів моделей
	ПР9.4-Ф15	Уміти аналізувати стохастичні моделі та визначати числові характеристики випадкових величин; будувати регресійні математичні моделі за експериментальними або статистичними даними
	ПР9.5-Ф15	Уміти користуватися методами оцінки і прогнозу показників різних факторів об’єктів довкілля з використанням математичних моделей; застосовувати методи побудови моделей для опису та прогнозу стану об’єктів довкілля, а також прогнозування екологічних показників на основі аналізу часових рядів
	ПР9.6-Ф15	Уміти застосовувати методи аналізу об’єктів довкілля з використанням математичних моделей у вигляді диференціальних рівнянь або ідентифікації таких моделей, вирізняти компоненти демографічної моделі, будувати й аналізувати моделі системи «хижак-жертва», озерної екосистеми

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
	ПР9.7-Ф15	Уміти аналізувати системи моделей динамічних процесів біосфери, загально людської активності та виробництва
	ПР9.8-Ф15	Уміти застосовувати основні принципи моделювання і прогнозування процесів переносу забруднювачів в атмосфері
	ПР9.9-Ф15	Уміти вирізняти основні чинники, що складають основу моделей гідроекологічних процесів та процесів, що відбуваються в рослинах і ґрунтах
ПР11	ПР11.1-Ф15	Володіти методологією модельного підходу до об'єктів екології, суттю та принципами моделювання, класифікацією моделей та параметрів об'єктів довкілля
	ПР11.2-Ф15	Знати види моделей (зокрема лінійні та нелінійні моделі об'єктів довкілля) включаючи моделі чисельності популяцій та багатовимірні моделі; принципи оптимізації у нелінійних моделях; характеристики випадкових величин, алгоритми побудови регресійних математичних моделей за експериментальними даними
	ПР11.3-Ф15	Володіти методами прогнозу показників і параметрів навколишнього середовища на основі аналізу часових рядів;
	ПР11.4-Ф15	Володіти методами побудови моделі у вигляді диференційних рівнянь, серед яких демографічна, «хижак-жертва», озерної екосистеми
	ПР11.5-Ф15	Знати системи моделей динамічних процесів біосфери, загальні моделі людської активності та виробництва
	ПР11.6-Ф15	Володіти методичними підходами до моделювання і прогнозування процесів переносу забруднювачів в атмосфері
	ПР11.7-Ф15	Володіти принципами побудови математичних моделей гідроекологічних процесів і процесів, що відбуваються в рослинах і ґрунтах

### 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б1 Вища математика Б2 Хімія Б3 Фізика	Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.
Ф4 Біологія	Виявляти фактори, що визначають формування ландшафтно-біологічного різноманіття. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.
Ф5 Біометрія	Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.
Ф7 Основи загальної екології	Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
	Виявляти фактори, що визначають формування ландшафтно-біологічного різноманіття.
	Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.
Ф10 Екологічна безпека	Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.
	Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки
	Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.
	Вибирати оптимальну стратегію проведення громадських слухань щодо проблем та формування територій природно-заповідного фонду та екологічної мережі
	Уміти формувати запити та визначати дії, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства.
	Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля.
Ф12 Організація управління в екологічній діяльності	Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки
	Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.
	Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.
	Вибирати оптимальну стратегію проведення громадських слухань щодо проблем та формування територій природно-заповідного фонду та екологічної мережі
	Уміти формувати запити та визначати дії, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства.
	Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля.

#### 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	85	30	55	16	69	8	77
практичні	-	-	-	-	-	-	-
лабораторні	170	48	122	32	138	12	158
РАЗОМ	255	78	177	48	207	20	235

## 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>85</b>
ПР11.1-Ф15	<b>1. Модельний підхід до об'єктів навколишнього середовища</b>	<b>7</b>
	Об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними й загальні підходи до їхнього моделювання	
	Джерела інформації для моделювання та прогнозування	
	<b>2. Сутність моделювання. Основні поняття й визначення</b>	<b>7</b>
	Форми подання моделей	
	Специфіка моделей живих компонентів навколишнього середовища	
	Принципи моделювання об'єктів навколишнього середовища	
	Переваги модельного підходу	
	<b>3. Класифікація математичних моделей й їхніх параметрів.</b>	<b>7</b>
	Мета та принципи класифікації	
	Вхідні й вихідні величини моделі. Класифікація факторів, що діють у навколишньому середовищі, та відгуків (ефектів), що виникають від них	
	Класифікація антропогенних факторів	
Ефекти, що виникають від впливу антропогенних факторів		
ПР11.2-Ф15	<b>4. Лінійні моделі в аспектах навколишнього середовища й екології</b>	<b>6</b>
	Приклади лінійних об'єктів і моделей	
	Постановка завдання з моделювання екологічного об'єкта у вигляді системи лінійних алгебраїчних рівнянь	
ПР11.2-Ф15	<b>5. Нелінійні моделі</b>	<b>6</b>
	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 параметрів гірського 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	
ПР11.2-Ф15	<b>6. Стохастичні моделі</b>	<b>6</b>
	Види стохастичних моделей і поняття випадкової величини	
	Основні характеристики випадкових величин	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Побудова регресійної моделі за даними спостережень або статистики Наближення регресійних моделей методом найменших квадратів Побудова моделей багатофакторних об'єктів на основі планованого експерименту Імітаційні моделі (simulation)	
ПР11.3-Ф15	<b>7. Прогнозні моделі параметрів навколишнього середовища</b> Сутність екологічного прогнозування Поняття часового ряду та методи його згладжування Виявлення закономірностей у тимчасових рядах шляхом їхнього згладжування Короткостроковий прогноз методом експонентного згладжування Етапи прогнозування.	6
ПР11.4-Ф15	<b>8. Моделі у вигляді диференціальних рівнянь</b> Приклади моделей Деякі чисельні методи рішення диференціальних рівнянь Диференціальні моделі в системі «хижак-жертва». Модель озерної екосистеми	6
ПР11.5-Ф15	<b>9. Система моделей, що імітують динамічні процеси біосфери й людської активності</b> Біогеоценологічна модель В.І. Сукачова Геохімічні цикли біосфери Модель клімату відкритим способом Модель людської активності Моделювання зв'язку процесу видобутку й споживання ресурсів з розвитком держави Еколого-економічні аспекти концептуальних моделей функціонування й розвитку видобутку корисних копалин	6
ПР11.6-Ф15	<b>10. Моделювання й прогнозування забруднення атмосфери в зоні промислових підприємств</b> Забруднення атмосфери як предмет моделювання й прогнозування Основні джерела забруднення атмосфери Фактори, що впливають на поширення забруднювачів в атмосфері Модель поширення домішок в атмосфері на основі рівняння переносу й дифузії	6
	<b>11. Перенос і дифузія важких аерозолів</b> Особливості побудови динамічної моделі переносу пилового викиду Ідентифікація параметрів динамічної моделі розсіювання промислового пилу	8



<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
ПР11.7-Ф15	<b>12. Побудова математичних моделей гідроекологічних процесів</b>	<b>8</b>
	Фактори, що впливають на водні екосистеми	
	Моделі гідроекології	
	Поширення забруднювачів у воді	
	Модель самоочищення води	
	Моделі динаміки біологічного споживання й розчинення кисню	
	Моделювання процесу нітрифікації	
	<b>13. Математичне моделювання забруднення рослинного й ґрунтового середовища</b>	<b>6</b>
Побудова моделі формування кількості, якості й екологічної чистоти врожаю		
Дифузія в ґрунті й донних відкладеннях		
	<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>170</b>
ПР9.3-Ф15 ПР9.7-Ф15	1. Оцінка та прогноз забруднення води в колекторі з використанням математичної моделі у вигляді системи лінійних рівнянь	21
ПР9.2-Ф15 ПР9.7-Ф15	2. Прогноз значення викиду шкідливого газу, що приводить його концентрацію в контрольній зоні до встановленого рівня	22
ПР9.1-Ф15	3. Аналіз динаміки чисельності популяції на дискретній моделі	21
ПР9.1-Ф15 ПР9.7-Ф15 ПР9.9-Ф15	4. Визначення величин факторів гірничого об'єкта, що приводять концентрацію шкідливих речовин у контрольній зоні до рівня ГДК	21
ПР9.1-Ф15 ПР9.8-Ф15	5. Визначення екстремальних значень концентрації пилу в повітрі за фактором швидкості вітру	21
ПР9.4-Ф15 ПР9.7-Ф15	6. Побудова регресійної моделі, що встановлює залежність росту зеленої маси лісопосадки від річних опадів, та прогноз стану посухи	21
ПР9.5-Ф15	7. Прогноз екологічних показників методами згладжування часових рядів	21
ПР9.6-Ф15 ПР9.8-Ф15	8. Дослідження залежності зміни концентрації пилу за довжиною конвеєрної галереї	22
	<b>РАЗОМ</b>	<b>255</b>

## **6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

## 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

### *Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»*

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

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

## 6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент під час контрольних заходів має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам під час контрольних заходів у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
лабораторні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час лабораторних занять		виконання ККР під час екзамену за бажанням студента

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання контрольного завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### 6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і лабораторних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, який автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

#### *Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК*

**Інтегральна компетентність** – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<b>Знання</b>		
– концептуальні знання, набуті у процесі навчання та професійної діяльності, включаючи певні знання сучасних досягнень; – критичне осмислення основних теорій,	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – концептуальних знань; – високого ступеня володіння станом питання; – критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й	80-84

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	недостатньо обґрунтована	
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<b>Уміння</b>		
– розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем у спеціалізованих сферах професійної діяльності та/або навчання, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виявляти проблеми;</li> <li>– формулювати гіпотези;</li> <li>– розв'язувати проблеми;</li> <li>– обирати адекватні методи та інструментальні засоби;</li> <li>– збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію;</li> <li>– використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання</li> </ul>	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
– донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень та власного досвіду в галузі професійної діяльності; – здатність ефективно формувати комунікаційну	Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правильна;</li> <li>– чиста;</li> <li>– ясна;</li> <li>– точна;</li> <li>– логічна;</li> <li>– виразна;</li> <li>– лаконічна.</li> </ul>	95-100

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
стратегію	<i>Комунікаційна стратегія:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>– наявність логічних власних суджень;</li> <li>– доречна аргументація та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>– правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>– правильність відповідей на запитання;</li> <li>– доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>– здатність робити висновки та формулювати пропозиції</li> </ul>	
	Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами. Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано шість вимог)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано вісім вимог)	65-69
	Рівень автономності та відповідальності фрагментарний	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторна та інструментальна бази випускової кафедри та кафедри екологічної техногенної безпеки на базі ДП НВО «Павлоградський хімічний завод», а також комп'ютерне та мультимедійне обладнання. Дистанційна платформа Moodle.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник /В.І.Лаврик, В.М.Боголюбов, Л.М.Полетаєва та ін.– К.: ВЦ «Академія», 2010. – 400 с.
2. Принципи моделювання та прогнозування в екології / О.М. Богобоящий, К.Р. Курбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій : Підручник.– К.: Центр навчальної літератури, 2004.– 216с.
3. 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.
4. Гладкий А.В. Скопецький В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: ІВЦ „Вид-во „Політехніка”, ТОВ Фірма „Періодика”, 2005.– 152 с.
5. Рудаков Д.В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища:[Навчальний

- посібник].–Д.: Вид-во Дніпропетровського університету, 2004. – 160 с.
6. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Навч. пос. – Тернопіль: Навчальна книга- Богдан, 2006. – 304 с.
  7. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум. – Електронний навчальний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 84 с.
  8. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Бучавий Ю.В. Уніфікована методика комплексного оцінювання рівня екологічної небезпеки промислових об'єктів та технологій // Техногенно-екологічна безпека, 2018. №3(1), 64–69.
  9. 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.
  10. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Бучавий Ю.В. Прогнозування екологічної небезпеки промислових викидів в атмосферу з урахуванням концентрацій населення в зоні їх впливу // Геотехнічна механіка, Дніпро, ІГТМ, 2017. – №135, 170-179. (фахове видання)
  11. Колесник В.Е., Кулікова Д.В. Моделювання гідравлічного режиму роботи вдосконаленого відстійника для очищення стічної води від завислих речовин / «Екологія та промисловість», №3, 2012.– С.63 – 68.
  12. Горова А.І., Колесник В.Є., Кулікова Д.В. Фізичне моделювання процесу осадження завислих речовин в діючому макеті відстійника для очистки шахтних вод/ Науковий Вісник НГУ, № 3, 2012 р. – С. 92-98.
  13. Колесник В.Е, Головіна Л.А. Моделювання процесу поширення пилового викиду шахтного вентилятора головного провітрювання з урахуванням дисперсного складу та дифузії пилу // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, Зовнішрекламсервіс – 2008. Вип. 29.–Ч.1.– Межрегіональні проблеми екологічної безпеки. – С. 137-144.
  14. Горова А.І., Колесник В.Є., Павличенко А.В. Моделювання впливу забрудненості довкілля на здоров'я людини // Довкілля та здоров'я. – 2006.–№2 (37)– С. 3-7.
  15. Колесник В.Е, Головіна Л.А. Богуцька В.В. Математичне моделювання процесу розсіювання промислового пилу в атмосфері / Збірник наукових праць НГУ №26, Том 2. - Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2006.– С. 120-130.

### **Інформаційні ресурси**

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

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Моделювання та прогнозування стану довкілля» для бакалаврів  
освітньо-професійної програми «Екологія»  
спеціальності 101 «Екологія»

Розробники:  
Валерій Євгенійович Колесник,  
Юрій Володимирович Бучавий

В редакційній обробці авторів

Підписано до друку 21.02.2019. Формат 30 × 42/4.  
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,25.  
Обл.-вид. арк. 1,25. Тираж 100 прим. Зам. \_\_\_\_.

Підготовлено до виходу в світ  
у Національному технічному університеті  
«Дніпровська політехніка».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19