

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

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища



«ЗАТВЕРДЖЕНО»  
В.о. завідувачки кафедри  
Борисовська О.О. \_\_\_\_\_  
« 30 » 08 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Моделювання екосистем і процесів»**

Галузь знань .....	18 Виробництво та технології
Спеціальність .....	183 Технології захисту навколишнього середовища
Рівень вищої освіти .....	Другий (магістерський)
Ступінь .....	магістр
Освітньо-професійна програма	Технології захисту навколишнього середовища
Спеціалізація .....	-
Статус .....	Обов'язкова
Загальний обсяг .....	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Термін викладання .....	2 семестр (3 та 4 чверті)
Мова викладання .....	українська

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

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

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

Дніпро  
НТУ «ДПУ»  
2021

Робоча програма навчальної дисципліни **«Моделювання екосистем і процесів»** для магістрів освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», каф. екології та технологій захисту навколишнього середовища – Д.: НТУ «ДП», 2021. – 16 с.

Розробники:

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

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища (протокол № 6 від 30.08.2021).

## 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 .....	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ .....	8
6.1 Шкали .....	8
6.2 Засоби та процедури.....	9
6.3 Критерії.....	10
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	14
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	14

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф7 «Моделювання екосистем і процесів» віднесено такі результати навчання:

ПР01	Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру
ПР03	Використовувати сучасні комунікаційні, комп'ютерні технології у природоохоронній сфері, збирати, зберігати, обробляти і аналізувати інформацію про стан навколишнього середовища та виробничої сфери для вирішення завдань професійної діяльності
ПР10	Оцінювати вплив промислових об'єктів на навколишнє середовище, наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення, планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище

**Мета дисципліни** полягає у формуванні знань, умінь, навичок та компетенцій в галузі математичного і геоінформаційного моделювання екологічних процесів і систем з використанням сучасного комп'ютерного програмного забезпечення, інформації, отримуваної на основі планування і прикладних досліджень з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище з екологічною оцінкою їх впливу, необхідною для підготовки управлінських рішень з покращення стану довкілля на прилеглих територіях.

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
ПР01	ПР01.1-Ф7	Знати основні методологічні підходи та математичний апарат до побудови певної моделі процесу у навколишньому середовищі
	ПР01.2-Ф7	Застосовувати сучасне програмне забезпечення, що використовується для побудови моделей екологічних систем та процесів
	ПР01.3-Ф7	Розуміти суть основних інструментів, що застосовують для обробки екологічних даних
ПР03	ПР03.1-Ф7	Формувати дані для характеристики екологічного стану території на основі виконаних прикладних досліджень

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
	ПР03.2-Ф7	Використовувати форми статистичної звітності підприємств для формування бази даних стосовно джерел забруднення прилеглих до підприємств територій
	ПР03.3-Ф7	Формувати вхідні дані до математичної моделі процесів забруднення навколишнього середовища на основі прикладних досліджень рівнів забруднення
	ПР03.4-Ф7	Використовувати результати математичного моделювання для оцінки змін параметрів навколишнього середовища
	ПР03.5-Ф7	Володіти програмними засобами для побудови математичних моделей та експорту отриманих результатів для подальшого картографічного аналізу
	ПР10	ПР10.1-Ф7
	ПР10.2-Ф7	Планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище

### 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Ф3 Наукові основи раціонального природокористування	Знати методи оцінки екологічних ризиків для об'єктів довкілля при різних варіантах реалізації підприємством природоохоронних програм та заходів. Знати структуру, основні концепції, закони і загальні проблеми природокористування, використання та збереження мінеральних, земельних, водних, біологічних ресурсів. Планувати та організувати науково-дослідну роботу з вирішення екологічних проблем охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки. Організувати, планувати та проводити науково-дослідні роботи в сфері технологій захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування. Обирати оптимальний варіант реалізації підприємством природоохоронних програм та заходів.
Ф4 «Природоохоронні та ресурсозберігаючі технології»	Проектувати системи комплексного управління відходами та еколого-економічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину Організувати утилізацію і знезаражування промислових і небезпечних відходів, оцінювати вплив промислових і небезпечних відходів на довкілля Впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії та ресурсо- та енергозберігаючі технології у виробничій та соціальній сферах Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища
С1 Геоінформаційні технології захисту	Використовувати геоінформаційні системи для аналізу просторово-розподілених даних щодо екологічного стану та

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
довкілля	якості компонентів навколишнього середовища. Застосувати геоінформаційні системи для обробки масивів екологічної інформації при обґрунтуванні та розробці природоохоронних систем та технологій

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

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		Денна		Заочна	
		Аудиторні заняття	Самостійна робота	Аудиторні заняття	Самостійна робота
лекційні	50	19	31	4	46
практичні	-	-	-	-	-
лабораторні	70	47	23	6	64
семінари	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	66	54	10	110

#### 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>50</b>
ПР01.1-Ф7 ПР01.2-Ф7 ПР01.3-Ф7	<b>1. Модельний підхід до екосистем і процесів</b> Особливості моделювання природних та антропогенних процесів, спостереження за ними й загальні підходи до побудови їхніх моделей Специфіка моделей навколишнього середовища та основні підходи до їх моделювання Класифікація природних факторів, що впливають на довкілля, і ефектів, що виникають Класифікація антропогенних факторів та ефектів, що виникають від їх впливу на компоненти навколишнього середовища Особливості отримання вихідних даних до моделювання екопроцесів і систем. Джерела інформації для моделювання Збір, збереження, обробка та аналіз інформації про стан навколишнього середовища та виробничої сфери для вирішення завдань професійної діяльності Оцінка впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище Вивчення наслідків інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення	<b>10</b>
ПР01.1-Ф7	<b>2. Класифікація моделей екосистем та процесів</b> Моделювання складного екологічного об'єкта Нелінійності у моделях об'єктів навколишнього середовища Експонентні моделі й гомеостатичність об'єктів природного середовища Види стохастичних моделей і випадкові величини, що їх визначають	<b>10</b>

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
	Математичні моделі для оцінки потенційного екологічного ризику та популяційних процесів	
	Планування та проведення прикладних досліджень з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище	
ПР01.1-Ф7 ПР03.4-Ф7 ПР10.1-Ф7	<b>3. Аналіз математичного апарату для моделювання процесів поширення забруднюючих речовин в навколишньому середовищі</b>	<b>15</b>
	Стаціонарні та нестаціонарні математичні моделі (Гауса) процесів поширення домішок забруднюючих речовин в атмосферному повітрі	
	Моделі забруднення атмосферного повітря на основі рівняння турбулентної дифузії	
	Моделі поширення домішок в водному середовищі та течії газів і рідини на основі рівняння Нав'є-Стокса	
	Методика розрахунку осереднених за тривалий період концентрацій забруднюючих речовин від організованого джерела забруднення атмосфери	
	Моделі забруднення ґрунтових вод навколо відстійника стічних вод	
	Оцінка показників про стан навколишнього середовища за результатами спостережень на основі побудови регресійних моделей	
ПР01.1-Ф7 ПР03.4-Ф7 ПР10.1-Ф7	<b>4. Аналіз математичного апарату для моделювання природних об'єктів</b>	<b>15</b>
	Моделі, що описують динаміку чисельності популяції	
	Модель швидкості росту водоростей у водоймах та витрати кисню при розкладанні опалого листа	
	Побудова математичної моделі за даними часового ряду вмісту приземного озону для опису тенденції аналізу та прогнозування його зміни	
	Аналіз на моделі процесів загибелі та розмноження видів в популяції	
	Особливості використання сучасних комунікаційних та комп'ютерних технологій у природоохоронній сфері	
	<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>70</b>
ПР01.1-Ф7 ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	1. Моделювання процесів дифузії-переносу домішки від організованого джерела на основі стаціонарної моделі Гауса з урахуванням класів стійкості атмосфери	8
ПР01.1-Ф7 ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	2. Розрахунок процесу переносу та осадження вагомої домішки в атмосфері після залпового викиду на основі тривимірної моделі турбулентної дифузії	8
ПР03.1-Ф7 ПР03.5-Ф7	3. Моделювання процесу забруднення ріки при постійному скиданні стічних вод на основі моделі переносу домішок у водотоку	10
ПР01.1-Ф7 ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	4. Розрахунок забруднення ріки після разового скидання стічних вод	8
ПР01.1-Ф7	5. Моделювання процесів забруднення та підйому	8

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	грунтових вод поблизу відстійника стічних вод	
ПР01.1-Ф7 ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	6. Моделювання ставка-відстійника води, забрудненої зваженими твердими речовинами, та прогнозування накопичення осаду в ньому	10
ПР01.1-Ф7 ПР03.5-Ф7 ПР10.2-Ф7	7. Моделювання швидкості росту діатомових та синьо-зелених водоростей за різних гідрологічних параметрах водойми	8
ПР03.2-Ф8 ПР03.3-Ф8 ПР03.4-Ф8 ПР10.2-Ф7	8. Оцінювання впливу викидів гірничо-металургійних підприємств на забруднення атмосферного повітря з використанням програмного комплексу EOL2000h	10
<b>РАЗОМ</b>		<b>120</b>

## **6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «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 здобувачів вищої освіти різних закладів.

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

<b>Рейтингова</b>	<b>Інституційна</b>
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».



## 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 на контрольних заходах 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;  виконання ККР під час заліку за бажанням студента
лабораторні	перевірка та захист	виконання лабораторних робіт		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання та захисту лабораторних робіт.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня, 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 заліку 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 встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня 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 критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що 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 магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

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

<b>Опис кваліфікаційного рівня</b>	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
<b>Знання</b>		
– спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> <li>– спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;</li> <li>– критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі</li> </ul>	95-100

<b>Опис кваліфікаційного рівня</b>	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показники оцінки</b>
діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	предметних галузей	
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	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/навички</b>		
– спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; – здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; – здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички	65-69

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
– зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді).</p> <p><i>Мова:</i></p> <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> <p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>– наявність логічних власних суджень;</li> <li>– доречна аргументації 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> <li>– використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<b><i>Відповідальність і автономія</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;</li> <li>– відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів;</li> <li>– здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії</li> </ul>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>– ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>– підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>– стресовитривалість;</li> <li>– саморегуляція;</li> <li>– трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>– високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>– володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>– належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	вимоги)	
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: комп'ютерний клас на сучасних ПЕОМ з можливістю віддаленого доступу через Інтернет, у тому числі до віртуальних робочих станцій. Програмне забезпечення: MS Office365, Soft-fond EOL2000-h, ESRI ArcGIS Desktop 10, PTC MathCAD Prime 7, SasPlanet. Інтерактивна дошка, мультимедійний проектор, дистанційна платформа Moodle.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Базові

1. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник. К. : Видавничий дім "Професіонал", 2006. 271 с.
2. Колесник В.Є. Моделювання екосистем і процесів: Навчальний посібник. НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 124 с.
3. Біляєв, М.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник для студентів вищ. навч. закладів / М.М. Біляєв, В.В. Біляєва, П.С. Кіріченко. – Кривий Ріг; Ви-ць Р.А. Козлов, 2016. – 207 с.

### Допоміжні

1. Рудаков Д.В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 160 с.

2. 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.

3. Зайцев А.С., Колесник В.Є. Дослідження процесу утворення та виносу пилу з конвеєрної галереї вуглезбагачувальної фабрики // Тиждень студентської науки - 2021: Матеріали сімдесят шостої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 12-16 квітня 2021 року). – Д.: НТУ «ДП», 2021. 179-183 с.

4. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Монюк І.В. Обґрунтування розрахункового методу оперативного визначення поточних викидів міських котелень, показників їх енергоефективності та ступеня екологічної небезпеки / Зб. наук. праць Національного гірничого університету, № 60 (2020). – С. 162–176.

5. Колесник В. Є., Павличенко А.В., Агамалієв Е.А. Зниження пилових викидів в кар'єрах при перевантаженні гірської маси на конвеєри з використанням високоефективного гідрозрошувача// Матеріали конференції «Проблеми екологічної безпеки XVI» міжнародна науково-технічна конференція (04–06 жовтня: Кременчук, ПП Щербатих О.В., 2018.– С 46–48.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Моделювання екосистем і процесів» для магістрів освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Розробники:  
Валерій Євгенійович Колесник  
Юрій Володимирович Бучавий

В редакції авторів

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