

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

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища



«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Завідувачка кафедри
Борисовська О.О. _____
«31» серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделювання та прогнозування стану довкілля»

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітній рівень.....	Перший (бакалаврський)
Освітньо-професійна програма	«Екологія»
Спеціалізація	-
Статус	обов'язкова
Загальний обсяг	4,5 кредитів ЄКТС (135 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	5-й семестр, 9 та 10 чверті
Мова викладання	українська

Викладачі: проф. Колесник В. Є, доц. Бучавий Ю. В.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

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», 2022. – 15 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 101 Екологія (протокол № 6 від 31.08.2022).

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.....	8
6.3 Критерії.....	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	13
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Екологія» спеціальності 101 Екологія здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф14 «Моделювання і прогнозування стану довкілля» віднесено такий результат навчання

ПР08	Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень
ПР09	Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення
ПР10	Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень
ПР11	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище

Мета дисципліни – формування у майбутніх фахівців умінь та компетентностей 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
ПР08	ПР08.1-Ф14	Володіти модельним підходом до об’єктів навколишнього середовища та уміти проводити пошук інформації
ПР09	ПР09.1-Ф14	Демонструвати розуміння сутності моделювання, понять й визначень
	ПР09.2-Ф14	Демонструвати навичками класифікації математичних моделей та їх параметрів відповідно до проблем екології
ПР10	ПР10.1-Ф14	Уміти застосовувати лінійні моделі в аспектах навколишнього середовища й екології
	ПР10.2-Ф14	Уміти застосовувати нелінійні моделі довкілля в екологічних дослідженнях
	ПР10.3-Ф14	Уміти застосовувати стохастичні моделі довкілля та програмні засоби їх побудови і аналізу для інформаційного забезпечення екологічних досліджень
	ПР10.4-Ф14	Уміти будувати моделі довкілля у вигляді диференціальних рівнянь
	ПР10.5-Ф14	Уміти застосовувати існуючу систему динамічних біогеоценологічних моделей процесів біосфери й людської активності
	ПР10.6-Ф14	Уміти моделювати й прогнозувати забруднення атмосфери в зоні розташування промислових підприємств з використанням ГІС-

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
		технології та ресурсів Інтернету
	ПР10.7-Ф14	Уміти будувати математичні моделі для прогнозу поширення важких аерозолів (пилу) в атмосфері
	ПР10.8-Ф14	Володіти засобами побудови математичних моделей гідро-екологічних процесів
	ПР10.9-Ф14	Уміти застосовувати математичне моделювання для інформаційного забезпечення екологічних досліджень забруднення рослинного й ґрунтового середовища
ПР11	ПР11.1-Ф14	Уміти будувати прогностичні моделі стану довкілля на основі аналізу часових рядів даних стосовно впливу технологічних процесів та виробництв

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б1 Вища математика	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
Б2 Хімія	
Б3 Фізика	
Ф3 Біологія	
Ф4 Біометрія	Вміти використовувати ПК, основні системні та прикладні програми для вирішення практичних екологічних завдань
Б4 Інформатика	
	Уміти застосовувати пристрої введення-виведення інформації, прикладне програмне забезпечення загального й цільового призначення для вирішення екологічних завдань: редактори текстів, електронні таблиці, інформаційно-пошукові системи.
Ф6 Основи загальної екології	Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування

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	45	26	19	-	-	4	41
практичні							
лабораторні	90	52	38	-	-	8	82
РАЗОМ	135	78	57	-	-	12	123

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	45
ПР08.1-Ф14	1. Модельний підхід до об'єктів навколишнього середовища	3
	Об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними й загальні підходи до їх моделювання. Джерела інформації для моделювання та прогнозування	
ПР09.1-Ф14	2. Сутність моделювання. Основні поняття й визначення	4
	Форми подання моделей. Специфіка моделей живих компонентів навколишнього середовища. Принципи моделювання об'єктів навколишнього середовища. Переваги модельного підходу	
ПР09.2-Ф14	3. Класифікація математичних моделей й їхніх параметрів	3
	Мета та принципи класифікації. Вхідні й 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	
ПР10.1-Ф14	4. Лінійні моделі в аспектах навколишнього середовища й екології	4
	Приклади лінійних об'єктів та аналіз їх моделей. Постановка завдання з моделювання багатовимірного екологічного об'єкта у вигляді системи лінійних алгебраїчних рівнянь	
ПР10.2-Ф14	5. Нелінійні моделі довкілля	3
	Експонентні нелінійності та гомеостатичність 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.	
ПР10.3-Ф14	6. Стохастичні моделі довкілля	4
	Види стохастичних моделей і поняття випадкової величини. Основні характеристики випадкових величин. Побудова регресійної моделі за даними спостережень або статистики. Наближення регресійних моделей методом найменших квадратів. Побудова моделей багатфакторних об'єктів на основі планованого експерименту. Імітаційні моделі (simulation).	
ПР11.1-Ф14	7. Прогнозні моделі стану довкілля	3

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Сутність екологічного прогнозування. Поняття часового ряду та методи його згладжування. Виявлення закономірностей у часових рядах шляхом їх згладжування. Короткостроковий прогноз методом експонентного згладжування. Етапи прогнозування стану довкілля.	
ПР10.4-Ф14	<p>8. Моделі довкілля у вигляді диференціальних рівнянь</p> <p>Приклади популяційних моделей у диференціальній формі. Чисельні методи рішення диференціальних рівнянь. Диференціальні моделі в системі «хижак-жертва».</p>	4
ПР10.5-Ф14	<p>9. Існуюча система моделей довкілля, що динамічні моделі процесів біосфери й людської активності</p> <p>Біогеоценотична модель В.І. Сукачова. Геохімічні цикли біосфери. Моделі клімату. Модель людської активності. Моделювання зв'язку процесу видобутку й споживання ресурсів з розвитком держави. Екологічні аспекти концептуальних моделей функціонування й розвитку видобутку корисних копалин</p>	3
ПР10.6-Ф14	<p>10. Моделювання й прогнозування забруднення атмосфери в зоні розташування промислових підприємств</p> <p>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</p>	4
ПР10.7-Ф14	<p>11. Побудова математичних моделей для прогнозу поширення важких аерозолів (пилу) в атмосфері</p> <p>Особливості побудови динамічної моделі переносу пилового викиду. Ідентифікація параметрів динамічної моделі розсіювання промислового викиду</p>	3
ПР10.8-Ф14	<p>12. Побудова математичних моделей гідро-екологічних процесів</p> <p>Особливості водних екосистем та фактори, що на них впливають. Загальні принципи й підходи до моделювання абіотичних процесів у водоймах. Типові моделі гідро-екології. Моделювання процесу поширення забруднювачів у воді. Модель самоочищення води. Моделі динаміки біологічного споживання й розчинення кисню. Моделювання процесу нітрифікації</p>	4
ПР10.9-Ф14	<p>13. Математичне моделювання забруднення рослинного й ґрунтового середовища</p> <p>Побудова моделі формування кількості, якості й екологічної чистоти врожаю. Дифузія в ґрунті й донних відкладеннях. Модель озерної екосистеми</p>	3
ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ		90
ПР10.1-Ф14	1. Оцінка і прогноз забруднення води в колекторі з використанням математичної моделі у вигляді системи лінійних рівнянь	11

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ПР10.2-Ф14 ПР10.6-Ф14	2. Прогноз значення викиду шкідливого газу, що приводить його концентрацію в контрольній зоні до встановленого рівня	11
ПР10.2-Ф14	3. Аналіз динаміки чисельності популяції на дискретній моделі	11
ПР10.1-Ф14 ПР10.2-Ф14 ПР10.6-Ф14	4. Визначення величин факторів промислового об'єкта, що приводять концентрацію шкідливих речовин у контрольній зоні до рівня ГДК	11
ПР10.6-Ф14 ПР10.7-Ф14	5. Визначення екстремальних значень концентрації пилу в повітрі за фактором швидкості вітру	11
ПР10.1-Ф14 ПР10.2-Ф14 ПР10.9-Ф14	6. Побудова регресійної моделі, що встановлює залежність росту зеленої маси лісопосадки від річних опадів, та прогноз стану посухи	12
ПР11.1-Ф14	7. Прогноз екологічних показників методами згладжування часових рядів	11
ПР10.2-Ф14 ПР10.7-Ф14	8. Дослідження залежності зміни концентрації пилу за довжиною конвеєрної галереї	12
	РАЗОМ	135

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 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 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 6-го

кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах 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 іспиту 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 іспиту 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 кожного складника опису кваліфікаційних рівнів 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 бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
♦ концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню 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 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
Уміння/навички		
♦ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - обирати адекватні методи та інструментальні засоби; - збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію; - використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати	85-89

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
діяльності або навчання	знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	
	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 застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації; ♦ збір, інтерпретація та застосування даних; ♦ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово 	<p>Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументація та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції 	95-100
	<p>Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами. Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами</p>	90-94
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна</p>	85-89

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Часткове володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами; ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах; ♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти; ♦ організація та керівництво професійним 	<p>Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на:</p> <p>1) управління комплексними проектами, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію; - здатність до роботи в команді; - контроль власних дій; <p>2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; <p>3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання професійно-орієнтованих навичок; - використання доказів із самостійною і правильною 	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
розвитком осіб та груп; ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії	аргументацією; - володіння всіма видами навчальної діяльності; 4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає: - ступінь володіння фундаментальними знаннями; - самостійність оцінних суджень; - високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок; - самостійний пошук та аналіз джерел інформації	
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94
	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 відповідальності і автономії фрагментарний	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Активований акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс 365.

На лабораторних заняттях використовується лабораторна та інструментальна база випускової кафедри, а також комп'ютерне та мультимедійне обладнання, що застосовується для проведення обчислювальних експериментів із використанням стандартизованих та розроблених на кафедрі комп'ютерних програм та оформлення звітів в електронному вигляді. Дистанційна платформа Moodle, де розміщені матеріали лекцій, завдань і засоби діагностики.

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. Скопецкий 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, Зовнішнєрекламсервіс – 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. http://www.mon.gov.ua | Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. |
| 2. https://menr.gov.ua | Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та ПР 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 |

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

Розробники:
Валерій Євгенійович Колесник
Юрій Володимирович Бучавий

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