

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

Кафедра прикладної математики



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Декан факультету  
Інформаційних технологій  
Удовик І. М. *Удовик І. М.*

«23» серпня 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної**  
**техніки»**

Галузь знань .....	13 Механічна інженерія
Спеціальність .....	131 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти .....	Третій (освітньо-науковий)
Освітньо-наукова програма	Прикладна механіка
Статус .....	Вибіркова (фахова)
Загальний обсяг .....	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Термін викладання .....	7 чверть
Мова викладання .....	українська

Викладачі: завідувач кафедри. О.О. Сдвижкова

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

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

Дніпро  
НТУ «ДПУ»  
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної техніки» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти освітньо-наукової програми «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. прикладної математики. – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 17 с.

Розробник

– Сдвижкова Олена Олександрівна – д.т.н., професор, завідувачка кафедри прикладної математики.

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 здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

## ЗМІСТ

<b>1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....</b>	<b>4</b>
<b>2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ .....</b>	<b>4</b>
<b>4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....</b>	<b>4</b>
<b>5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ .....</b>	<b>6</b>
<b>6.1 Шкали.....</b>	<b>7</b>
<b>6.2 Засоби та процедури.....</b>	<b>7</b>
<b>6.3 Критерії.....</b>	<b>8</b>
<b>7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>11</b>
<b>8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ .....</b>	<b>12</b>

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни** – розвиток глибокого розуміння принципів побудови математичних та обчислювальних моделей для технічних систем, опанування спеціалізованих програмних засобів для моделювання та досліджень систем.

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

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ДРН	Зміст
ДРН 1	Оволодіти принципами побудови та дослідження математичної моделі складної технічної системи.
ДРН 2	Опанувати обчислювальні методи для моделювання динамічної та статичної поведінки систем, опанувати найсучасніші інструменти для аналізу системи.
ДРН 3	Оволодіти принципами стохастичного моделювання систем, виконання многофакторного математичного моделювання, побудови прогностичних моделей поведінки системи
ДРН 4	Розуміти принципи використання машинного навчання та штучного інтелекту при дослідженні моделей технічних систем

## 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Додаткових вимог до базових дисциплін не встановлюється. Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу ґрунтується на знаннях, отриманих з вивчених дисциплін за попереднім рівнем освіти.

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

Обсяг, год.	Розподіл за формами навчання, години		
	денна	вечірня	заочна

Вид навчальних занять		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	75	21	51	-	-	-	-
практичні	45	14	34	-	-	-	-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
<b>РАЗОМ</b>	120	35	85	-	-	-	-

## 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>75</b>
	<b>1. Основи моделювання технічних систем.</b> Огляд технічних систем. Типи моделей: детерміновані, стохастичні, динамічні, статичні. Математичні основи моделювання: диференціальні рівняння, лінійна алгебра, оптимізація. Приклади моделей технічних систем	8
	<b>2. Моделі суцільного середовища.</b> Пружні моделі. Задача Ламе. Пружно-пластичні моделі. Критерії міцності.	8
PH01.1-Б1 PH04.1-Б1	<b>3. Чисельні методи та алгоритми</b> Чисельне інтегрування та диференціювання. Метод скінчених елементів, метод скінчених різниць, метод граничних елементів, метод дискретних елементів. Аналіз стійкості та збіжності чисельних методів	10
PH05.1-Б1	<b>4. Огляд всесвітньо відомих програмних продуктів, що реалізують чисельні методи:</b> ANSYS, ABACUS, SolidWorks, FLAC, PFC2D, PFC3D	6
PH01.1-Б1 PH04.1-Б1	<b>5. Застосування чисельних методів в моделях суцільного середовища</b> Обґрунтування деформаційної моделі середовища. Вибір програмного забезпечення для моделювання конструктивних елементів системи.	6
PH04.1-Б1	<b>6. Моделювання технічної системи «грунтово-породний масив – штучна конструкція»</b> . Напружено-деформований стан ґрунтово-породного масиву. Визначення зон руйнування навколо підземних споруд. Використання програм PHASE 2, RS3 (Rockscience) для моделювання складних геомеханічних та геотехнічних систем.	10
	<b>7. Многофакторний аналіз технічної системи</b> Планування обчислюваного експерименту. Апроксимація функціональних залежностей. Аналіз чутливості моделі.	9
	<b>8. Стохастичне моделювання систем.</b> Стохастична компонентав в функціонуванні технічних систем. Імітаційне	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	моделювання для прогнозу поведінки системи в умовах невизначеності	
	<b>9. Машинне навчання та методи штучного інтелекту для моделювання технічної системи</b> Огляд принципів машинного навчання. Роль ШІ в моделюванні технічних систем. Попередня обробка даних і розробка функцій. Очищення та нормалізація наборів даних для технічних систем. Методи машинного навчання для виявлення аномалій у системах.	10
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	45
	<b>1 Математичні основи моделювання.</b> Розробка та дослідження деяких моделей аналітичними та чисельними методами. Використання Mathcad, MATLAB	5
	<b>2. Моделі суцільного середовища.</b> Розв'язок задачі Ламе. Пружно-пластичні моделі. Застосування критеріїв міцності.	5
	<b>3. Метод скінчених елементів.</b> Побудова матриці жорсткості скінченого елемента. Побудова глобальної матриці жорсткості системи. Дослідження напружень в конструктивному елементі системи.	10
	<b>4. Многофакторний аналіз технічної системи</b> Побудова плану експерименту. Апроксимація функціональних залежностей. Аналіз чутливості моделі.	5
PH05.1-Б1	<b>5. Стохастичне моделювання систем.</b> Побудова статистичного розподілу кількісної ознаки. Імітаційне моделювання поведінки системи в межах варіювання кількісних ознак.	10
PH05.1-Б1	<b>9. Машинне навчання та методи штучного інтелекту для моделювання технічної системи</b> Побудова лінійної та логістичної регресії для технічних систем. Дерева рішень і випадкові ліси.	10
<b>РАЗОМ</b>		<b>120</b>

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів вищої освіти 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 здобувачів вищої освіти за дисципліною.

## 6.1 Шкали

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

### *Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти 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 аспірант 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/навичок, комунікації, відповідальності і автономії здобувача за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам 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	виконання завдання під час лекцій		визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	Індивідуальне завдання	виконання завдань під час практичних занять	комплексна контрольна робота (ККР)	виконання ККР під час заліку за бажанням здобувача
		виконання завдань під час самостійної роботи		

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

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 здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач вищої освіти 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 здобувача вищої освіти ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою здобувача для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія 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 освітньо-наукового рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<b>Знання</b>		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	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
<b>Уміння/навички</b>		
– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій,	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики; – започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності; – критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.	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 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
<b>Комунікація</b>		
– Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому; – використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності	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
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	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>		
– Демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності; – здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.	Відмінне володіння компетенціями: – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	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 вимоги)	80-84
	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.

Мультимедійний проектор, ноутбук, фліп-чарт, інтерактивна дошка.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Рудаков, Д.В., Сдвижкова О.О. Математичне моделювання природничих систем: навч. посібник / Д.В. Рудаков. О.О. Сдвижкова. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 176 с.
2. Чисельні методи: теорія і практика : навч. посіб. / А. Л. Литвинов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 166 с.  
[https://eprints.kname.edu.ua/62005/1/2022%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2013%D0%9D%20%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD\\_%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/62005/1/2022%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2013%D0%9D%20%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD_%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf)
3. Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). Numerical Methods for Engineers. McGraw-Hill Education.  
[https://www.academia.edu/38084603/Numerical\\_Methods\\_for\\_Engineers\\_SEVENTH\\_EDITION?auto=download](https://www.academia.edu/38084603/Numerical_Methods_for_Engineers_SEVENTH_EDITION?auto=download)
4. Sdvyzhkova, O.O., Moldabayev, S.K., Babets, D.V., Kovrov, O.S., Adil, T.K. Numerical simulation of the open pit stability based on probabilistic approach / // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – №6. – P. 29–34
5. Babets, D, Implementation of probabilistic approach to rock mass strength estimation while excavating through fault zones / Sdvyzhkova, O. Shashenko, O. Kravchenko, K. Cabana, E.C. // Mining of Mineral Deposits. – 2019. – V.13. – № 4. – P. 72-83.  
<https://doi.org/10.33271/mining13.04.072>
6. Sdvyzhkova, O., Moldabayev, S., Babets, D., ...Nurmanova, A., Prykhodko, V. Numerical modelling of the pit wall stability while optimizing its boundaries to ensure the ore mining completeness. Mining of Mineral Deposits, 2024, 18(2), p.1–10 DOI:10.33271/mining18.02.001
7. Babets, D., Multifactorial analysis of a gateroad stability at goaf interface during longwall coal mining – A case study / Sdvyzhkova, O., Hapiev, S., Shashenko, O., Prykhodchenko, V. // Mining of Mineral Deposits. – 2023. – №17(2). – P.9–19. <https://doi.org/10.33271/mining17.02.009>

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної техніки»  
для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти освітньо-  
наукової програми

«Прикладна механіка» зі спеціальності

131 Прикладна механіка

Розробник:

Сдвижкова Олена Олександрівна

У редакції автора

Підготовлено до друку

у Національному технічному університеті

«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19