

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра прикладної математики



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Декан факультету
Інформаційних технологій
Удовик І. М. 

«09» вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Прикладне математичне моделювання»

Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітній рівень	Перший (бакалаврський)
Освітня програма	Математичне моделювання систем і процесів
Статус	Обов'язкова фахова освітня компонента
Загальний обсяг	4,5 кредити ЄКТС (135 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Термін викладання	5; 6 чверть
Мова викладання	Українська

Викладач: Онопрієнко О.Д.

Пролонговано: на 20__-20__ н.р.

Олена СДВИЖКОВА

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Прикладне математичне моделювання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 113 Прикладна математика / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. прикладної математики. – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 14 с.

Розробник(и) – проф.Сдвижкова Олена Олександрівна.

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 в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням навчально-методичної комісії за спеціальністю 113 Прикладна математика (протокол № 9-1/24 від 09.09.2024) за поданням кафедри прикладної математики (протокол № 9/24 від 02.09.2024).

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
2 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	5
3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
5.1 Шкали	7
5.2 Засоби та процедури	7
5.3 Критерії	8
6 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	13
7 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	13

ВСТУП

В освітньо-професійній програмі НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 113 Прикладна математика здійснено розподіл програмних результатів навчання за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф14 «Прикладне математичне моделювання» віднесені такі результати навчання:

РН06	Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.
РН09	Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач
РН21	Розробляти математичні моделі для розв'язання сучасних прикладних задач, володіти методами оптимізації та керування. Створювати, тестувати та впроваджувати відповідний програмний продукт.

Мета дисципліни «Прикладне математичне моделювання» – фахова підготовка студентів до самостійного розв'язування задач математичного моделювання з використанням основ математичного моделювання, методів та моделей, які реалізуються за допомогою сучасних математичних комп'ютерних пакетів..

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

1. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр РН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН06	РН06.1-Ф14	Знати і розуміти основні концепції розвитку сучасної прикладної математики
РН09	РН09.1-Ф14	Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку, створювати модель та обирати раціональний метод розв'язання та здійснювати це розв'язання.
РН05	РН05.1-Ф14	Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, що приводять до найбільш оптимальних розв'язків задач.

Шифр РН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН21	РН21.1-Ф14	Розробляти математичні моделі для розв'язання сучасних прикладних задач, володіти методами оптимізації та керування. Створювати, тестувати та впроваджувати відповідний програмний продукт.

2. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті дисциплінарні результати навчання
Б2 Алгебра та геометрія	Знати основи та принципи застосування лінійної та векторної алгебри, аналітичної геометрії.
Б1 Математичний аналіз	Знати основи та принципи теорії границь, застосування диференціального та інтегрального числення, принципи вирішення технічних завдань на основі математичного аналізу.
Ф14 Основи математичного моделювання	Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку, створювати модель та обирати раціональний метод розв'язання та здійснювати це розв'язання.
Ф9 Прикладна механіка	Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

3. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСІТНЬОГО 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		22	52	-	-	-	-
практичні		16	38	-	-	-	-
контрольні заходи		7					
РАЗОМ		45	90	-	-	-	-

4. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	22
РН06.1-Ф14	1. Моделювання напружено-деформованого стану (НДС) твердого тіла	4
	1.1. Види напруженого стану	
	1.2. Деформаційні моделі твердого тіла	
	1.3. Поняття критерію міцності	
РН09.1-Ф14	2. Чисельні методи моделювання НДС твердого тіла навколо системи порожнин	4
	2.1. Огляд комп'ютерних програм	
	2.2. Верифікація програмного забезпечення	
	2.3. Моделювання НДС породного масиву навколо підземної виробки на основі методу скінчених елементів	
	2.4. Визначення зон непружних деформацій навколо підземної споруди	
РН06.1-Ф14	3. Чисельні методи моделювання НДС природних та техногенних схилів	4
	3.1. Поняття запасу стійкості	
	3.2. Процедура зниження зсувної міцності	
	3.3. Оптимізація геометричних параметрів схилу на основі методу скінчених елементів	
РН09.1-Ф14 РН21.1-Ф14	4. Комп'ютерне моделювання в задачах акустичного аналізу.	4
	4.1. Модель розповсюдження пружної хвилі в суцільному середовищі	
	4.2. Розв'язок системи рівнянь в пакеті MathLab	
	4.3. Розв'язок задач акустичного аналізу у середовищі Comsol	
	4.5 Методи машинного навчання в задачах пошуку аномалій акустичних сигналів	
РН21.1-Ф14 РН06.1-Ф14 РН09.1-Ф14	5. Алгоритми для розв'язку багатокритеріальних оптимізаційних задач	6
	5.1. Постановки та критерії задачі багатокритеріальної оптимізації	
	5.2. Алгоритми пошуку початкового базисного розв'язку задачі лінійного програмування	
	5.3. Моделювання оптимального розкрою матеріалу для задач виробництва	
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	16
РН06.1-Ф14	1. Моделювання напружено-деформованого стану (НДС) твердого тіла	4
	1.1. МСЕ-аналіз за допомогою ліцензійної програми PHASE 2	
	1.2. Верифікація програмного забезпечення	
РН09.1-Ф14 РН05.1-Ф14 РН21.1-Ф14	2. Чисельні методи моделювання НДС твердого тіла навколо системи порожнин	6
	2.1. Моделювання НДС породного масиву навколо підземної виробки на основі методу скінчених елементів	
	2.2. Використання різних критеріїв міцності	
	2.3. Багатофакторне моделювання руйнування області породного масиву навколо підземної споруди	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
RH06.1-Ф14	3. Чисельні методи моделювання НДС природних та техногенних схилів	6
RH05.1-Ф14	3.1. Побудова скінчено-елементної моделі.	
RH21.1-Ф14	3.2. Апробація процедури зниження зсувної міцності	
RH21.1-Ф14	3.3. Оптимізація геометричних параметрів схилу. Багатофакторне імітаційне моделювання стійкості.	
РАЗОМ		38

5. 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.

5.1 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 (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – 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 відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

5.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами 6-го кваліфікаційного рівня НРК під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 3).

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 у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – 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;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час заліку за бажанням студента
	або індивідуальне завдання	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 контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційних рівнів, 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.

5.3 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 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 рівня бакалавра вищої освіти (подано у таблиці 5.3).

Таблиця 5.3 – 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,	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню володіння станом питання;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	- критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	
	Відповідь містить негрубі 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 діяльності або навчання	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 негрубими 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

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
♦ 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	Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: - 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	95-100
	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 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.	65-69

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	
	Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Відповідальність і автономія		
♦ 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 розвитком осіб та груп; ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії	Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на: 1) управління комплексними проектами, що передбачає: - 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; 2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає: - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; 3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає: - використання професійно-орієнтованих навичок; - використання доказів із самостійною і правильною 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	95-100
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	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

6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мультимедійний проектор.

Дистанційна платформа Moodle. Програмне забезпечення SIMULIA ABAQUS Learning Edition.

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Ладогубець Т.С., Фіногенов О.Д. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум. – Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2018. – 214 с.
2. Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем: підручник. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 304 с.
3. Барабаш О.В., Свинчук О.В., Мусієнко А.П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2023. – 192 с.
4. Буреннікова Н.В., Зелінська О.В., Ушкаленко І.М., Буренніков Ю.Ю. Оптимізаційні методи та моделі: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 260 с.
5. Sdvyzhkova, O. Numerical simulation of the open pit stability based on probabilistic approach / Moldabayev, S.K., Babets, D.V., Kovrov, O.S., Adil, T.K. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021.– №6. – P. 29–34
6. 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
«Прикладне математичне моделювання» для здобувачі першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Математичне моделювання систем і процесів»
зі спеціальності 113 Прикладна математика

Розробник:
Сдвижкова Олена Олександрівна

У 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

