

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

Кафедра прикладної математики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри



О.О. Сдвижкова

«29» серпня 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методи обчислень»**

Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Освітня програма	Математичне моделювання систем і процесів
Статус	Обов'язкова
Загальний обсяг	3,5 кредитів ЄКТС (105 годин)
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Термін викладання	6-й семестр (11, 12 чверті)
Мова викладання	Українська

Викладач: доц. Головка Ю.М.

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи обчислень» для бакалаврів освітньо-професійної програми вищої освіти «Математичне моделювання систем і процесів» зі спеціальності 113 «Прикладна математика» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. прикладної математики. – Д. : НТУ «ДП», 2025. – 14 с.

Розробник – к.ф-м.н., доц. каф. прикладної математики Головка Юрій Миколайович

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 науково-методичної комісії спеціальності 113 Прикладна математика (протокол № 8 від 29 серпня 2025 року)

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.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
6.1 Шкали.....	7
6.2 Засоби та процедури	8
6.3 Критерії	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	10
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13
8.1 Основна література	13
8.2 Допоміжна література.....	13
9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ	14

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Математичне моделювання систем і процесів» спеціальності 113 «Прикладна математика» здійснено розподіл програмних результатів навчання за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф16 «Методи обчислень» віднесено такі результати навчання:

РН03	Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
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.

Мета дисципліни «Методи обчислень» – формування у здобувачів знання й уміння обирати та застосовувати найбільш ефективні чисельні методи розв'язування задач алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, що використовуються при аналізі та дослідженні математичних моделей.

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

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)		
ПРН	шифр ДРН	зміст
РН03	РН03.1-Ф16	Знати властивості, переваги і недоліки основних методів наближених обчислень та шляхи їх використання в середовищах відомих математичних пакетів. Вміти формулювати математичні задачі у вигляді, що вимагається для чисельного розв'язання. Вміти складати алгоритми розв'язання задач наближеними методами та писати програми, що їх реалізують. Вміти оцінювати точність та похибки результатів обчислень.
РН06	РН06.1-Ф16	Знати основні методи перетворення математичних моделей, що мають аналітичний вигляд до числових скінченно-різницевих. Вміти проводити дослідження моделей, що базуються на наближених розв'язках відповідних задач.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Матеріал навчальної дисципліни базується на знаннях та навичках, що отримані при вивчанні курсів «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей», «Диференціальні рівняння», «Програмування», «Програмування комп'ютерних систем мовою Python».

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	62	30	32	-	-		-
практичні	43	21	22	-	-		-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	105	51	54	-	-		

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	62
РН03.1-Ф16	Похибки обчислень та стійкість алгоритмів. Вступ. Джерела похибок. Абсолютна та відносна похибки. Граничні похибки. Значущі цифри. Похибки арифметичних операцій. Похибка обчислення функцій. Ймовірнісна оцінка похибок. Стійкість алгоритмів. Приклади, що пов'язані зі стійкістю алгоритмів	8
РН03.1-Ф16 РН06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Постановка задачі. Відокремлення коренів. Класифікація методів. Метод половинного ділення (бісекції). Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Метод хорд. Метод січних. Метод Брента. Порівняння методів..	10

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Розв'язування систем лінійних рівнянь Постановка задачі. Сумісні і несумісні системи алгебраїчних рівнянь. Класифікація систем. Метод Крамера. Метод Гауса. Метод оберненої матриці. Метод простої ітерації. Метод Якобі. Метод Зейделя. Метод факторизації. Метод прогонки. Похибки та стійкість. Порівняння методів.	10
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Методи інтерполяції. Постановка задачі. Поліном Лагранжа. Поліном Ньютона. Обернена інтерполяція. Інтерполяція сплайнами. Кубічні сплайни. Тригонометрична інтерполяція.	10
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельне інтегрування Постановка задачі. Методи прямокутників. Метод трапецій. Метод Сімпсона. Формули Ньютона–Котеса. Комбіновані (складені) формули. Квадратурні формули Гауса. Методи сплайн-інтегрування.	8
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Постановка задачі. Задача Коші (задача з початковими даними), крайова задача або задача з граничними умовами. Однокрокові методи. Методи Ейлера. Метод Ейлера з поправкою (метод трапецій). Методи Рунге–Кутти. Методи прогнозу та корекції (предиктор-коректор). Методи Адамса. Стійкість чисельних методів. Порівняння явних і неявних методів.	12
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язування крайової задачі звичайного диференціального рівняння. Постановка задачі. Метод скінченних різниць. Апроксимація диференціального рівняння скінченними різницями, апроксимація граничних умов. Метод прогонки.	4
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	43
RH03.1-Ф16	Похибки обчислень та стійкість алгоритмів. Обчислення похибок арифметичних операцій. Обчислення похибок функцій.	6

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Розв'язування рівнянь методом половинного ділення, методом Ньютона і методом січних.	7
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Розв'язування систем лінійних рівнянь Розв'язок систем лінійних рівнянь методом простої ітерації, методом Зейделя, методом факторизації.	8
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Методи інтерполяції. Для функції, що задана у вигляді таблиці побудувати поліном Лагранжа, поліном Ньютона, знайти коефіцієнти кубічних сплайнів.	6
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельне інтегрування Обчислення визначених інтегралів методом прямокутників, методом Сімпсона, за допомогою квадратурних формул Гауса.	6
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Розв'язування задачі Коші методом Ейлера, методом Рунге–Кутти і методом «предиктор-коректор»..	8
RH03.1-Ф16 RH06.1-Ф16	Чисельні методи розв'язування крайової задачі звичайного диференціального рівняння. Розв'язування крайової задачі методом прогонки.	2
РАЗОМ		105

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»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
75...89	добре / Good
60...74	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/навичок, комунікації, відповідальності та автономії 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;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час екзамену за бажанням студента

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

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

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

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

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

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

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

6.3 Критерії

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

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і 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 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 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

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	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		
♦ 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.	74-79

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)	
	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
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;	95-100

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

Технічні засоби навчання:

– мультимедійне обладнання;

Дистанційна платформа MOODLE, MS Teams.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основна література

1. Костюшко, І. А., Любашенко, Н. Д., & Третиник, В. В. (2021). Методи обчислень: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». <https://ela.kpi.ua/items/7d91fde6-3925-43e4-9c41-7ccf7c4d783c>
2. Апостолов, С. С., & Рошманова, Т. М. (2021). Математичні методи наближених обчислень у теоретичній фізиці: навчально-методичний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна.
3. Ляшенко, Б. М., Кривонос, О. М., & Вакалюк, Т. А. (2019). Методи обчислень: навчальний посібник для студентів фізико-математичного факультету. Житомир: Вид-во ЖДУ. <https://eprints.zu.edu.ua/31002/7/all.pdf>
4. Березовський, В. Є., Ковальов, Л. Є., & Медведєва, М. О. (2023). Чисельні методи з прикладами реалізації мовою Python: навчальний посібник. Умань: ВПЦ «Візаві». https://www.researchgate.net/profile/L-E-Kovalev/publication/367348143_Ciselni_metodi_z_prikladami_realizacii_movou_Python/links/63cea90cd9fb5967c2fd5236/Ciselni-metodi-z-prikladami-realizacii-movou-Python.pdf
5. Богач, І. В., Краковецький, О. Ю., & Крилик, Л. В. (2020). Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Bogach_2020_106.pdf

6. Андруник, В. А., Висоцька, В. А., Пасічник, В. В. та ін. (2020). Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник. Т. 1. Львів: Новий Світ–2000.
<https://ns2000.com.ua/wp-content/uploads/2019/07/CHysel-ni-metody-1-t..pdf>
7. Андруник, В. А., Висоцька, В. А., Пасічник, В. В. та ін. (2018). Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник. Т. 2. Львів: Новий Світ–2000.
<https://ns2000.com.ua/wp-content/uploads/2019/07/CHYSEL-NI-METODY-V-KOMPYUTERNYKH-NAUKAKH.pdf>
8. Kaw, A. K., Kalu, E. E., & Nguyen, D. (2011). Numerical Methods with Applications (eBook).
<http://numericalmethods.eng.usf.edu>; <https://freecomputerbooks.com/Numerical-Methods-with-Applications.html>
9. Hutchinson, I. H. (n.d.). A student's guide to numerical methods.
<https://cdn.bookey.app/files/pdf/book/en/a-student%27s-guide-to-numerical-methods.pdf>

8.2 Допоміжна література

1. Щербаков, П. М., Тимченко, С. Є., Шпорта, А. Г., Бабець, Д. В., & Головка, Ю. М. (2023). Елементи лінійної алгебри: навчальний посібник для студентів спеціальності 113 Прикладна математика. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка».
2. Дзісь, В. Г., Левчук, О. В., & Дячинська, О. М. (2020). Прикладна математика на основі MathCAD: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ.
<https://repository.vsau.org/getfile.php/23375.pdf>
3. Литвин, О. М., Нечуйвітер, О. П., & Першина, Ю. І. (2017). Система комп'ютерної математики Mathcad в науково-технічних розрахунках: навчально-методичний посібник*. Харків: Українська інженерно-педагогічна академія.
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi78/0058567.pdf>
4. PTC Community. (n.d.). Mathcad Community Portal. <https://community.ptc.com/t5/Mathcad/ct-p/PTCMathcad>
5. Бабець, Д. В., Сдвижкова, О. О., Тимченко, С. Є., & Щербаков, П. М. (2018). Indefinite Integral: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка».
6. Рудаков, Д. В., & Сдвижкова, О. О. (2020). Математичне моделювання природничих систем: навчальний посібник. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка».
7. Holovko, Yu., & Sdvyzhkova, O. (2024). Cumulative triangle for visual analysis of empirical data [Кумулятивний трикутник для візуального аналізу емпіричних даних]. Науковий вісник Національного гірничого університету, (4), 114–120.
<https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-4/114>

9. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Література на сайті кафедри прикладної математики: <https://vm.nmu.org.ua/lib.html>;
2. Community PTC. URL: <https://community.ptc.com/t5/Mathcad/ct-p/PTCMathcad>
3. Anaconda Distribution: <https://www.anaconda.com/download>

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методи обчислень» для бакалаврів
спеціальності 113 «Прикладна математика»

Розробник: Головка Юрій Миколайович

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
4960050, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19