

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра моделювання та програмного забезпечення

СИЛАБУС
вивчення дисципліни
ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 121 Інженерія програмного забезпечення

Освітньо-професійна програма: Інженерія програмного забезпечення

Мова викладання: українська

Викладач дисципліни: Смолянський П.С. – доцент кафедри моделювання та програмного забезпечення, к.т.н., доцент

E-mail: smolianskyi@knu.edu.ua

м. Кривий Ріг, ДВНЗ "КНУ", вул. Віталія Матусевича, 11, Корпус 1,
каб. 317, тел. (056) 409-06-07; mpz@knu.edu.ua; <http://mpz.knu.edu.ua>

Кафедра моделювання та програмного забезпечення,
Криворізький національний університет
Завідувач випускової кафедри МПЗ к.т.н., доцент – Стрюк А. М.

Зміст погоджено з гарантом ОПП

_____ А. М. Стрюк
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ” _____ 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання	заочна форма навчання	денна скорочена форма навчання	заочна скорочена форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 12 <u>Інформаційні технології</u>	Вибіркова			
Модулів – 1	Спеціальність: <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 1		3-й	3-й	2-й	2-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр			
		5-й	5-й	3-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5	Ступінь вищої освіти: <u>Бакалавр</u>	16 год.	4 год.	16 год.	4 год.
		Практичні, семінарські			
		-	-	-	-
		Лабораторні			
		32 год.	6 год.	32 год.	6 год.
		Самостійна робота			
		72 год.	110 год.	72 год.	110 год.
Вид контролю: екзамен					

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання – 0,67;
- для заочної форми навчання – 0,09;
- для денної скороченої форми навчання – 0,67;
- для заочної скороченої форми навчання – 0,09.

2. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРІ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ

Програма вивчення дисципліни «Чисельні методи» складена відповідно до освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення», розробленого згідно з ОПП галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Метою викладання навчальної дисципліни «Чисельні методи» є набуття студентами практичних навичок та знань з використання чисельних методів для розв'язання прикладних задач.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Чисельні методи» є:

- опанувати ключові поняття обчислювальної математики;
- одержати первісні відомості про математичне моделювання;
- ознайомитись з основними методами та алгоритмами чисельних методів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- основні алгоритми чисельних методів;
- найбільш вживані теореми аналізу для дослідження алгоритмів;
- можливості основних сучасних пакетів в галузі чисельних методів.

вміти:

- Вирішувати основні задачі обчислювальної математики.
- Досліджувати найпростіші обчислювальні алгоритми на збіжність, стійкість, коректність.
- Використовувати один із сучасних пакетів в галузі чисельних методів.

В результаті освоєння дисципліни студент освоює такі компетентності:

загальні:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

фахові:

- Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення.
- Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.
- Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань.
- Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

До програмних результатів вивчення дисципліни належать:

- Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань.
- інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.
- Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

- Уміння вибрати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин / 4 кредити ECTS.

Пререквізити:

- знання мови програмування високого рівня;
- знання математики на рівні курсу вищої математики університету;
- вільне володіння державною мовою.

Вивчення курсу неможливе без попереднього вивчення державної мови, знань математики на рівні курсу вищої математики університету.

Навчальну програму засновано на послідовному вибудовуванні знань, навиків користувача, вмінням застосовувати знання в професійній діяльності.

Постреквізити:

- застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних ситуацій в професійній діяльності;
- застосовувати стандартні технології вирішення професійних завдань в галузі обчислювальної математики.

Після завершення вивчення дисципліни здобувачі будуть готові до правильного розв'язування простих завдань в галузі застосування математичних знань до практичних завдань в галузі обчислювальної математики.

3. ПЕРЕЛІК ПЛАНОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, СПІВВІДНЕСЕНИХ ІЗ ПЛАНОВИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЄННЯ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ.

Завданнями дисципліни є:

- здатність до абстрактного, логічного та критичного мислення, аналізу і синтезу;
- здатність застосовувати знання в професійній діяльності у стандартних та окремих нестандартних ситуаціях;
- уміння планувати і організовувати свою професійну діяльність;
- здатність проведення досліджень, уміння грамотно і точно формулювати та висловлювати свої позиції, належним чином їх обґрунтовувати, брати участь в аргументованій професійній дискусії;
- вміння працювати самостійно, проявляти добросовісність, дисциплінованість, пунктуальність та відповідальність, а також працювати у команді колег за фахом;
- здатність аналізувати математичні проблеми.

Дисципліна спрямована на формування компетентностей:

- здатність застосовувати знання в професійній діяльності у стандартних та окремих нестандартних ситуаціях;
- здатність проведення досліджень, уміння грамотно і точно формулювати та висловлювати свої позиції, належним чином їх обґрунтовувати, брати участь в аргументованій професійній дискусії;
- здатність до збору і аналізу інформації з національних і міжнародних джерел, оцінка її достовірності, використання сучасних інформаційних технологій і баз даних;

- вміння працювати самостійно, проявляти добросовісність, дисциплінованість, пунктуальність та відповідальність, а також працювати у команді колеґ за фахом.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен знати:

- етапи виконання завдань на ПК, технологію обробки інформації;
- опанувати ключові поняття обчислювальної математики;
- можливості основних сучасних пакетів в галузі чисельних методів.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен вміти:

- вміти планувати і організовувати свою професійну діяльність;
- вміти застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних ситуацій в професійній діяльності;
- застосовувати стандартні технології вирішення професійних завдань;
- вміти працювати самостійно, проявляти добросовісність, дисциплінованість, пунктуальність та відповідальність, а також працювати у команді колеґ за фахом;
- вміти планувати, організовувати і контролювати свою діяльність.

4. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ.

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)

Прямі методи розв'язання СЛАР. Метод Гауса. Знаходження оберненої матриці та детермінанту за допомогою методу Гауса.

Тема 2. Розв'язування нелінійних рівнянь

Віділення коренів. Метод поділу навпіл. Метод Рібакова. Метод простих ітерацій.

Тема 3. Інтерполяція

Інтерполяція. Формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона. **Тема 4.**

Метод найменших квадратів

Метод найменших квадратів.

Тема 5. Чисельне інтегрування

Поняття про чисельне інтегрування. Формула прямокутників, трапецій та Сімпсона.

Тема 6. Задача Коші

Розв'язання задачі Коші для звичайних диференційних рівнянь методом Ейлера та Рунге-Кута.

Тема 7. Крайова задача

Розв'язання крайової задачі для звичайних диференційних рівнянь другого порядку методом сіток.

Тема 8. Метод сіток

Використання методу сіток при розв'язанні крайових задач для рівняння Пуасона.

5. СТРУКТУРА КУРСУ.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна / Денна скорочена форма				Заочна / Заочна скорочена форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		Лекц.	лаб.	с.р.		лекц.	лаб.	с.р.
1	2	3	5	4	5	6	7	8
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Основні алгоритми обчислювальної математики.								
Тема 1. Розв'язування СЛАР	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 2. Розв'язування нелінійних рівнянь	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 3. Інтерполяція	15	2	4	9	15	-	1	14
Тема 4. Метод найменших квадратів	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 5. Чисельне інтегрування	15	2	4	9	15	-	1	14
Тема 6. Задача Коші	15	2	4	9	15	-	1	14
Тема 7. Крайова задача	15	2	4	9	15	-	-	15
Тема 8. Метод сіток	15	2	4	9	15	1	-	14
Разом за змістовим модулем 1	120	16	32	72	120	4	6	110
Разом за семестр	120	16	32	72	120	4	6	110
Усього годин	120	16	32	72	120	4	6	110

ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

	Назва теми	Кількість Годин		Кількість Годин	
		Денна ф. н.	Денна скор	Заочн скор	Заочна ф. н.
1.	Метод Гауса. Знаходження оберненої матриці та детермінанта.	2	2	1	1
2.	Метод Холеського. Знаходження оберненої матриці за допомогою методу Холеського. Метод квадратного кореня	2	2	1	1
3.	Метод поділу навпіл. Метод Рібакова. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона	4	4	1	1
4.	Інтерполяційна формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона.	4	4	-	-
5.	Метод найменших квадратів.	4	4	1	1
6	Формули прямокутників, трапецій та Сімпсона.	4	4	1	1
7.	Розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.	4	4	1	1
8.	Розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку методом сіток.	4	4	-	-
9.	Використання методу сіток при розв'язанні крайових задач для рівняння Пуассона.	4	4	-	-
РАЗОМ ЗА СЕМЕСТР:		32	32	6	6
Усього годин		32	32	6	6

Теми самостійних робіт.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин			
		Денна	заочна	денна скорочена	заочна скорочена
1	Розв'язування СЛАР	8	12	8	12
2	Розв'язування нелінійних рівнянь	8	12	8	12
3	Інтерполяція	8	12	8	12
4	Метод найменших квадратів	8	12	8	12
5	Чисельне інтегрування	8	12	8	12
6	Задача Коші	8	12	8	12
7	Крайова задача	8	12	8	12
8	Метод сіток	8	13	8	13
	Підготовка до контрольних заходів (модуль 1)	8	13	8	13
Разом за змістовим модулем 1:		72	110	72	110

6. НАВЧАЛЬНА БАЗА.

- Аудиторія персональних комп'ютерів класу Celeron, AMD, Pentium, Core 2 Duo, Core i5, i7 (або вище) з операційною системою типу Windows 7, 8 або 10. Забезпеченість комп'ютерами – 12 шт. на 25 студентів.
- Підключення до мережі Інтернет.
- Програмне забезпечення: Python 3, Anaconda, PyCharm, Jupyter notebook, Google Colaboratory, бібліотеки NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, TensorFlow, PyBrain, Keras.

7. ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ: лекції, презентації, інтерактивні методи, лабораторні заняття, самостійна робота.

8. ПОЛІТИКА ТА ПРОЦЕДУРА АКАДЕМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ТА ЕТИКИ.

Академічна доброчесність. Плагіат та інші види нечесної роботи недопустимі. Недопустимі відповіді та роботи інших студентів. Очікується, що роботи здобувачів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності в лабораторній роботі здобувача є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Здобувачі не видають за свої результати роботи інших людей. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах обов'язково посилаються на використані джерела інформації. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

9. РОЗПОДІЛЕННЯ БАЛІВ ТА ПОЛІТИКА НАРАХУВАННЯ ОЦІНОК.

Під час оцінювання результатів навчання не користуються недозволеними засобами, самостійно виконують навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених робочою програмою курсу.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються активність студента під час лабораторних занять.

У результаті освоєння дисципліни здобувач опановує такі компетентності:

- здатність застосовувати знання в професійній діяльності у стандартних та окремих нестандартних ситуаціях;
- здатність проведення досліджень, уміння грамотно і точно формулювати та висловлювати свої позиції, належним чином їх обґрунтовувати, брати участь в аргументованій професійній дискусії;
- здатність до збору і аналізу інформації з національних і міжнародних джерел, оцінка її достовірності, використання сучасних інформаційних технологій і баз даних;
- вміння працювати самостійно, проявляти добросовісність, дисциплінованість, пунктуальність та відповідальність, а також працювати у команді колег за фахом.

Для оцінювання успішності студентів використовується модульна-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання всіх запланованих видів робіт. При цьому максимальна кількість балів, за кожен семестр дорівнює 100 (за умови бездоганного виконання змістових модулів). Ця сума для студентів денної форми навчання складається з балів отриманих за контрольню-модульну роботу (КМР) та балів, що їх накопичив студент у ході поточного контролю. КМР у будь-якому модулі відображує теоретичні знання і відповідає 25-ти відсоткам його ваги, тобто вона може дати максимально 25 балів при найвищій якості виконання. При зниженні якості КМР знижується і сума балів відповідно до шкали, що наводиться у таблиці:

Шкала оцінювання контрольню-модульних робіт

Відсоток вірних компонентів КМР	0 – 30	31 – 60	61 – 75	76 – 85	86 – 94	95 – 100
Сума балів за КМР	0	5	10	15	20	25

Лабораторні роботи у будь-якому модулі відображують оволодіння навичками та вміння застосовувати знання на практиці і сукупно відповідають 70-ти відсоткам ваги модуля для денної форми навчання і 30-та відсоткам для заочної форми. Таким чином всі лабораторні роботи модуля при бездоганному їх виконанні можуть дати 70/30 балів. Ці бали розподіляються поміж лабораторними роботами модуля у відповідності до їх відносної складності. При зниженні якості виконання тієї чи іншої лабораторної роботи, знижується і кількість балів, якою вона оцінюється.

Оцінювання кожної лабораторної роботи студентів денної форми навчання ведеться за наступними показниками:

1. Своєчасно виконана лабораторна робота, згідно із графіком (0-1 бали).
2. Правильність виконання в залежності від складності завдання (0-4 балів).
3. Захист лабораторної роботи (0-5 балів).

Для студентів заочної форми навчання показники оцінюються наступним чином:

1. Правильність виконання в залежності від складності завдання (0-10 балів).
2. Працююча програма (0-40 в залежності від складності завдання).

Оцінка всієї лабораторної роботи знаходиться підсумовуванням балів за кожний з показників.

Шкала оцінювання контрольних робіт

Відсоток вірних компонентів КМР	0 – 30	31 – 60	61 – 75	76 – 85	86 – 94	95 – 100
Сума балів за КМР	0	10	25	40	55	70

Модульний контроль здійснюється два рази у семестрі для студентів денної форми навчання. Поточний контроль проводиться на 8-му та на 16-му тижні семестру.

Контрольно-модульна робота складається з контрольних питань та завдання.

- Оцінювання **контрольних питань** розподіляється пропорційно їх кількості.
- Оцінювання **контрольного завдання** виконується за принципами оцінювання лабораторних робіт (вірно виконана та оформлена робота, працююча програма).

Для допуску до підсумкового контролю студент повинен виконати графік навчального процесу, усі види запланованих завдань і протягом семестру отримати в сумі не менше 50 балів.

Семестровий контроль здійснюється у формі екзамену після семестру вивчення дисципліни для всіх форм навчання.

На екзамені студент заочної форми навчання повинен мати при собі виконану контрольну роботу та змінний носій з виконаними лабораторними роботами.

Результати екзамену оцінюються за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка з дисципліни розраховується як середня арифметична чи зважена з оцінок за модуль, включаючи екзаменаційну.

У відомість оцінка проставляється як у балах національної шкали, так і за шкалою ECTS.

10. ПОРЯДОК ВИЗНАЧЕННЯ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗА СЕМЕСТР.

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно/ зараховано	A	ВІДМІННО - відмінне виконання лише з незначними помилками	90...100
Добре/ зараховано	B	ДУЖЕ ДОБРЕ - вище середнього рівня з кількома помилками	80...89
	C	ДОБРЕ - у цілому правильно робота з певною кількістю помилок і недоліків	71...79
задовільно/ зараховано	D	ЗАДОВІЛЬНО - непогано, але зі значною кількістю грубих помилок	61...70
	E	ДОСТАТНЬО - виконання задовольняє мінімальні потреби	50...60
незадовільно/ не зараховано	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО - із можливістю повторного складання	30...49
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО - з обов'язковим повторним вивчення дисципліни	0...29

11. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ, УМІНЬ, НАВИЧОК.

Змістовий модуль 1

1. Метод Гауса, особливості реалізації.
2. Знаходження зворотної матриці. Обчислення визначника.
3. Порівняння правила Крамера і методу Гауса за числом операцій, за іншими параметрами.
4. Огляд способів рішення нелінійних рівнянь. Відділення коренів: графічний та аналітичний метод.
5. Рішення нелінійних рівнянь методом половинного поділу.
6. Рішення нелінійних рівнянь методом дотичних (Ньютона).
7. Теорема про збіжність методу Ньютона. Способи підбору початкової точки ітераційного процесу.
8. Рішення нелінійних рівнянь методом простої ітерації.
9. Теорема про збіжність методу простої ітерації.
10. Рішення нелінійних рівнянь методом Рібакова.
11. Доказ збіжності методу Рібакова.
12. Рішення систем нелінійних рівнянь методом Ньютона.
13. Апроксимація функцій: огляд основних методів.
14. Чисельне диференціювання. Обчислення похідних за допомогою скінчених різниць.
15. Інтерполяція за допомогою многочлена Лагранжа. Оцінка похибки інтерполяції.
16. Інтерполяція за допомогою многочлена Ньютона. Оцінка похибки інтерполяції.
17. Чисельне інтегрування: метод трапецій. Оцінка похибки.
18. Чисельне інтегрування: метод Симпсона. Оцінка похибки.
19. Правило Рунге, особливості його застосування для задач чисельного інтегрування.
20. Автоматичний вибір кроку інтегрування.
21. Особливості чисельного обчислення невластних інтегралів.

22. Метод найменших квадратів.
23. Задача Коші, огляд основних способів її рішення.
24. Чисельне рішення звичайних диференціальних рівнянь: метод Ейлера.
25. Чисельне рішення звичайних диференціальних рівнянь: метод Рунге-Кутта.
26. Рішення звичайних диференціальних рівнянь за допомогою методу послідовних наближень.
27. Рішення звичайних диференціальних рівнянь за допомогою розкладання в ряд Тейлора.
28. Правило Рунге-Ромберга, особливості його застосування для задач рішення звичайних диференціальних рівнянь.
29. Розв'язання крайової задачі для диференціальних рівнянь другого порядку методом сіток.
30. Розв'язання крайової задачі для диференціальних рівнянь другого порядку методом Гальоркіна.
31. Поняття про сплайни. Способи побудови сплайнів.
32. Метод прогонки та його застосування.
33. Теорема про матрицю з діагональним переважанням.
34. Використання сплайнів для чисельного диференціювання.
35. Використання сплайнів для чисельного інтегрування.
36. Використання методу сіток при розв'язанні крайових задач для рівняння Пуасона.
37. Варіаційні методи розв'язання крайових задач для рівняння Пуасона.
38. Використання методу сіток при розв'язанні рівняння параболічного типу.
39. Явні та неявні різницеві схеми, їх недоліки.
40. Використання методу сіток при розв'язанні рівняння гіперболічного типу.

12. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

Основна література:

1. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. – К.: Видавнича група ВНУ, 2015. – 480 с.
2. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Т. 1. – К.: Вища школа, 1999. – 366 с.
3. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Т. 2. – К.: Вища школа, 1999. – 430 с.
4. Методи обчислень: Практикум на ЕОМ / Бруківська В.Л. та ін. – К.: Вища школа, 2014. – 304 с.
5. Коссак Ор., Тумашова О., Коссак О. Методи наближених обчислень. – Львів: Бак, 2012. – 166с.
6. Денисюк В.П. Чисельні методи. – К.: НАУ, 2010. – 74 с.

Методична література:

1. Смолянський П.С. Прямі методи рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь: Методичні вказівки для студентів зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» з курсу "Чисельні методи". – Кривий Ріг: КТУ, 2022. – 24 с.
2. Смолянський П.С. Розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим: Методичні вказівки для студентів зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» з курсу "Чисельні методи" – Кривий Ріг: КТУ, 2022. – 24 с.
3. Смолянський П.С. Апроксимація функцій одної змінної: Методичні вказівки для студентів зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» з курсу "Чисельні методи". - Кривий Ріг: КТУ, 2022. - 19 с.

4. Смолянський П.С. Наближене обчислення визначених інтегралів: Методичні вказівки для студентів зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» з курсу "Чисельні методи". - Кривий Ріг: КТУ, 2022. – 19 с.
5. Смолянський П.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Чисельні методи" для студентів зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». - Кривий Ріг: КТУ, 2022. – 24 с.
6. Смолянський П.С. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з курсу "Чисельні методи" для студентів усіх форм навчання зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». - Кривий Ріг: КТУ, 2022. – 28 с.

13 . ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ.

№ з/п	Дата внесення змін	Зміст змін та доповнень	Підстава до внесення змін (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри)
1	2	3	4

Схвалено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від “ ___ “ _____ 20 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від “ ___ “ _____ 20 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від “ ___ “ _____ 20 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від “ ___ “ _____ 20 р.

Завідувач кафедри _____