

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра моделювання та програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

_____ Владислав ЧУБАРОВ

“ _____ ” _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Чисельні методи

(шифр і назва навчальної дисципліни)

для спеціальності _____ 121 – «Інженерія програмного забезпечення»

факультет _____ Інформаційних технологій
(назва інституту, факультету, відділення)

Форма навчання	Курс	Семестр	Всього годин за планом	Кількість національних кредитів	Всього аудиторних годин	Аудиторних годин, (у тому числі КЗ)		Самостійна робота (год.)	Контрольно-модульні роботи	Іспит (сем.)
						Лекції	Лабораторні			
Денна	3	5	120	4	48	16	32	72	1	5
Денна скорочена	2	3	120	4	48	16	32	72	1	3
Заочна	3	5	120	4	10	4	6	110	1	5
Заочна скорочена	2	3	120	4	10	4	6	110	1	3

Робоча програма Чисельні методи для студентів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення

Розробники: доцент, к.т.н. Смолянський П.С.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри моделювання та програмного забезпечення

Протокол від “ 16 ” 02 2023 року № 4

Зав. кафедри _____ (Стрюк А.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол від. “ 27 ” 02 2023 року № 6

Голова _____ (Музика І.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено групою забезпечення ОПП (ОНП)

Протокол від “ _____ ” _____ 2023 року № _____

Гарант ОПП _____ (Стрюк А.М.)

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> (шифр і назва)	Вибіркова			
Модулів – 1	Спеціальність: <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u> (код та найменування спеціальності)	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. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

1.2. 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.

1.3. 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 вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення
- Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.

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

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основні алгоритми обчислювальної математики.

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. Факторизація матриці. Метод Холеського для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Знаходження оберненої матриці за допомогою методу Холеського. Метод квадратного кореня (випадок симетричної матриці).

Тема 2. Розв'язування нелінійних рівнянь

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

Тема 3. Інтерполяція

Інтерполяція. Формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона. Похибки інтерполяційної формули. Вибір вузлів інтерполяції. Чисельне диференціювання на основі інтерполяції.

Тема 4. Метод найменших квадратів

Метод найменших квадратів. Поняття про регуляризацію за Тихоновим на прикладі розв'язання систем нормальних алгебраїчних рівнянь методом найменших квадратів.

Тема 5. Чисельне інтегрування

Поняття про чисельне інтегрування. Формула прямокутників, трапецій та Сімпсона. Залишковий член цих формул. Формули Ньютона-Котеса та Чебишева. Формули Гауса. Поняття про кубатурні формули. Використання метода Монте-Карло для обчислення багатовимірних інтегралів

Тема 6. Задача Коші

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

Тема 7. Крайова задача

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

Тема 8. Метод сіток

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

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

5. 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 Рибаківа. 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

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

На самостійну роботу студентам денної форми навчання відведено 72 години, заочної форми навчання - 110 години.

Самостійна робота студентів при вивченні дисципліни “Чисельні методи“ залучає такі складові (з вказуванням нормативів):

- опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного;
- вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;
- підготовка до виконання, а також до захисту лабораторних;
- підготовка до проведення контрольних заходів.

При виконанні самостійної роботи студент денної форми навчання повинен:

- скласти алгоритми і програми рішення індивідуальних задач;
- оформити звіт з лабораторних робіт.

При виконанні самостійної роботи студент заочної форми навчання повинен виконати контрольну роботу.

№ 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

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

МЕТОДИ НАВЧАННЯ: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, виконання тестів і індивідуальних завдань.

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Для оцінювання успішності студентів використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання всіх запланованих видів робіт. При цьому максимальна кількість балів, яку може отримати за модуль при умові його бездоганного виконання, дорівнює 100. Ця сума складається з балів отриманих за контрольну-модульну

роботу (КМР) та балів, що їх накопичив студент за лабораторні роботи у ході поточного контролю.

КМР у будь-якому модулі відображує теоретичні знання і відповідає 30-ти відсоткам його ваги, тобто вона може дати максимально 30 балів при найвищій якості виконання. При зниженні якості КМР знижується і сума балів відповідно до шкали, що наводиться у таблиці:

Шкала оцінювання контрольно-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	30

Шкала оцінювання лабораторних робіт

№ модуля	№ зан.	Вид роботи	Тема	Максимальна кількість балів			
				Денна	заочна	денна скорочена	заочна скорочена
1	1	Лабораторна робота № 1	Метод Гауса. Знаходження оберненої матриці та детермінанта.	7	15	7	15
	2	Лабораторна робота № 2	Метод Холеського. Знаходження оберненої матриці за допомогою методу Холеського. Метод квадратного кореня	7	–	7	-
	3	Лабораторна робота № 3	Метод поділу навпіл. Метод Рібакова. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона	8	–	8	-
	4	Лабораторна робота № 4	Інтерполяційна формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона.	8	-	8	-
	5	Лабораторна робота № 5	Метод найменших квадратів.	8	15	8	15
	6	Лабораторна робота № 6	Формули прямокутників, трапецій та Сімпсона.	8	20	8	20
	7	Лабораторна робота № 7	Розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь методом Ейлера та Рунге-Кута.	8	20	8	20
	8	Лабораторна робота № 8	Розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку методом сіток.	8	-	8	-
	9	Лабораторна робота № 9	Використання методу сіток при розв'язанні крайових задач для рівняння Пуасона.	8	-	8	-
Контрольно-модульна робота				30	30	30	30
Разом за семестр				100			

Лабораторні роботи у модулі відображують оволодіння навичками та вміння застосовувати знання на практиці і сукупно відповідають 70-ти відсоткам ваги модуля. Таким чином, всі лабораторні роботи модуля при бездоганному їх виконанні можуть дати 70 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 ведеться за наступними показниками:

1. Своєчасність практичного виконання лабораторної роботи (у тиждень згідно із графіком робіт).
2. Своєчасність захисту виконаної лабораторної роботи (у тиждень наступний за тижнем планового виконання роботи).
3. Самостійність підготовки до виконання лабораторної роботи (наявність чернетки роботи, сенс якої студент розуміє, перед початком її виконання).
4. Підготовленість студента до захисту лабораторної роботи (його спроможність грамотно прокоментувати свою роботу та відповісти на супутні питання).
5. Якість звіту з лабораторної роботи (відповідність вимогам до оформлення звіту та вимогам відповідних стандартів).

Кожний із згаданих показників оцінюється певною кількістю балів, а оцінка всієї лабораторної роботи знаходиться підсумовуванням балів за кожний з показників.

Модульний контроль здійснюється 1 раз за семестр.

Контрольно-модульна робота складається з тестів, контрольних питань або з контрольних питань і тестів.

- Оцінювання *тестувань* виконується у такий спосіб: за кожну правильну відповідь студент отримує 1 бал. Кількість питань у тесті відповідає максимальній кількості балів за тест.
- Оцінювання *контрольних питань* розподіляється пропорційно їх кількості.

Для допуску до підсумкового контролю студент повинен виконати графік навчального процесу і протягом семестру отримати в сумі не менше 35 балів.

Семестровий контроль здійснюється у формі екзамену. Результати екзамену оцінюються за 100-бальною шкалою. У відомість оцінка проставляється як у балах національної шкали, так і за шкалою ECTS.

9. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

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

10. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

- Мультимедійне обладнання для проведення лекцій : комп'ютер, проектор, екран.
- Технічне обладнання для виконання лабораторних робіт — персональні комп'ютери.
- Уніфіковане програмне забезпечення для створення, редагування до демонстрації звітів: основне – з пакету MS Office, Acrobat Reader.
- Спеціальне програмне забезпечення: Visual Studio, мови програмування C++, C#.

11. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

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. Теореми про збіжність методу простої ітерації.
10. Рішення нелінійних рівнянь методом Рибаківа.
11. Доказ збіжності методу Рибаківа.
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. Ров'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 ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

№ 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 “ __ “ _____ 202 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри

Протокол № __ від “ __ “ _____ 202 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри

Протокол № __ від “ __ “ _____ 202 р.

Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри

Протокол № __ від “ __ “ _____ 202 р.

Завідувач кафедри _____