



Методи обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Математичні методи криптографічного захисту інформації</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин (4 кредити) (36 год. лекції, 36 год. лабораторні)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., Стьопочкіна Ірина Валеріївна, @ivst1113 Лабораторні: Кіфорчук Кирило Олегович</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4747)</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

При вивченні дисципліни «Числові моделі та алгоритми» здобувачі одержують знання про числові моделі та відповідні алгоритми, які ефективно реалізуються за допомогою обчислювальної техніки та їхнє теоретичне підґрунтя. Здобувачі набувають практичні навички застосування відповідних моделей до опису певних задач, сформульованих мовою предметної області, вибору та застосування алгоритмів, які найчастіше є необхідними для розв'язання прикладних задач широкого спектру. Одержані в ході вивчення дисципліни знання та уміння можуть бути використані у майбутній професійній діяльності.

Мета: здобути знання, навички та уміння використання основних числових моделей та алгоритмів. **Предмет** дисципліни: числові моделі, алгоритми та їх обчислювальна реалізація.

Загальні компетентності, внесок у забезпечення яких дає дисципліна:

ЗК-1 – Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК5 – Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК10 – Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.

Фахові компетентності, внесок у забезпечення яких дає дисципліна:

ФК1 – Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК2 – Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК3 – Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання.

ФК6 – Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК7 – Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.

ФК9 – Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК13 – Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14 – Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

ФК18 – Навички розв'язування специфічних математичних та комп'ютерних задач, які виникають при розробці, реалізації та аналізі криптографічних систем.

Програмні результати¹ навчання, які забезпечує дисципліна:

РН1 – Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН2 – Володіти основними положеннями та методами рівнянь у частинних похідних, чисельними методами.

РН3 – Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

РН05 – Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних рівнянь, розв'язанням крайових задач.

РН09 – Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

РН11 – Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних алгоритмів.

РН13 – Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.

РН14 – Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

¹ Для нормативних дисциплін зазначається згідно матриці відповідності програмних компетентностей та результатів навчання в освітній програмі.

PH15 – Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.

PH19 – Збирати та інтерпретувати відповідні дані й аналізувати складності в межах своєї спеціалізації для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

PH21 – Вміти формулювати та розв'язувати алгебраїчні та комбінаторні задачі, будувати та реалізовувати комбінаторні алгоритми та алгоритми прикладної алгебри, аналізувати теоретичну та практичну складність таких алгоритмів

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Числові моделі і методи» частково використовує знання та вміння, набуті у ході вивчення курсів «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз», «Програмування», «Диференціальні рівняння», «Математичне моделювання» та спрямовує їх у напрямку розв'язання відповідних прикладних задач математики із використанням числових моделей та методів.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Наближені обчислення.

Принципи наближених обчислень. Джерела похибок, способи їх зменшення. Робота із даними, які потребують підвищеної точності. Основні принципи розрахунку похибок, вивід похибок дій, похибка функції, що залежить від неточно заданих аргументів.

2. Алгоритми числового розв'язання нелінійних рівнянь, ч.1. (Відокремлення коренів).

Етапи розв'язання нелінійних рівнянь – які використовуються на практиці та теоретично. Знаходження меж розташування дійсних коренів, виявлення існування комплексних коренів та їх кількості, відповідні теореми про межі.

3. Алгоритми числового розв'язання нелінійних рівнянь, ч. 2 (Уточнення коренів).

Алгоритми для уточнення місцезнаходження кореня рівняння та їх збіжність. Обґрунтування критерію зупинки алгоритму, швидкість збіжності. Алгоритми, які дають збіжність до кореня з обох боків та з одного боку, умови застосовності та збіжності. Відповідні теореми. Застосунки методу Ньютона до наближених обчислень коренів з дійсних чисел, вивід формули Герона.

4. Алгоритми числового розв'язання СЛАР. Алгоритми, які забезпечують ефективне розв'язання, та передбачають визначену заздалегідь кількість кроків.

Алгоритми прямих методів, та їх обчислювальна складність, переваги, недоліки. Алгоритми, які потребують факторизації матриці вихідної системи, умови застосовності. Алгоритм прогонки як ефективних засіб розв'язання великих СЛАР, що виникають в ході розв'язання ДРЧП. Обчислювально ефективні алгоритми обернення матриць та обчислення визначників.

5. Алгоритми числового розв'язання СЛАР. Ітераційні алгоритми.

Ітераційні алгоритми розв'язання СЛАР. Оцінка точності. Поняття обумовленості системи рівнянь та його вплив на роботу алгоритмів розв'язання СЛАР.

6. Алгоритми числового розв'язання СНАР.

Загальний підхід до побудови ітераційних формул алгоритму розв'язання СНАР. Алгоритм методу Ньютона та його модифікація для системи двох та n нелінійних рівнянь. Модифікації.

7. Алгоритми числового знаходження спектру матриці

Власні числа як важливий показник, який обчислюється в ряді прикладних задач. Обчислювальне одержання характеристичного многочлена. Алгоритми, які знаходять власні числа за визначену кількість кроків, обчислювальна складність. Ітераційні алгоритми. Доведення їх збіжності. Способи прискорення збіжності.

8. Алгоритмічне знаходження мінімального та максимального по модулю власних чисел: різні підходи, прискорення збіжності. Сингулярні числа та алгоритм SVD. Прикладні застосунки сингулярних чисел.

9. Інтерполяція. Ч.1. Обчислювальна побудова поліномів Лагранжа, Ньютона.

Задача наближення функцій за допомогою інтерполяційних поліномів. Доведення єдиності інтерполяційного поліному. Побудова відповідних поліномів: обчислювальні особливості та складності. Перша та друга інтерполяційні формули Ньютона як спосіб підвищити обчислювальну зручність при роботі на початку та наприкінці таблиці.

10. Інтерполяція. Ч.2. Обчислювальна побудова поліномів з центральними різницями. Сплайни.

Алгоритми побудови поліномів Гаусса, Стірлінга, Бесселя та сфера їх застосування. Сплайн – функції як обчислювально ефективний спосіб виконати якісну інтерполяцію на великій кількості вузлів. Вивід базових формул для алгоритму побудови сплайну. Оцінка точності інтерполяції.

11. Алгоритм побудови інтерполяційного поліному Ерміта. Обчислювально ефективна реалізація методу найменших квадратів.

Інтерполювання з кратними вузлами: способи побудувати поліном Ерміта, рекурсивний алгоритм як обчислювально ефективний спосіб. Середньоквадратичне наближення функцій. Метод найменших квадратів у випадку проміжку та у дискретному випадку: які базові складові алгоритму та підходи тут використовуються. Апроксимовані та інтерпольовані залежності як математичні моделі ряду явищ.

12. Числове диференціювання.

Формули числового диференціювання – принципи виводу і використання в складі математичних моделей. Поняття про скінчені різниці. Принцип підвищення точності відповідного співвідношення для похідної. Вивід порядку точності формул диференціювання.

13. Числове інтегрування.

Алгоритм обчислення визначеного інтегралу за допомогою неінтерполяційних квадратурних формул. Оцінка похибки, принцип Рунге. Інші прийоми числового інтегрування, попередня обробка інтегралів 1 та 2 роду.

14. Числові моделі у вигляді звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) із заданими початковими умовами.

Алгоритм методу Рунге-Кутта. Вивід основних співвідношень. Забезпечення потрібної точності методу. Поняття про багатокроковий методі. Алгоритм на основі метода Адамса-Башфорта. Алгоритм “предиктор-коректор”. Інші методи, які дозволяють одержати наближені розв’язки ЗДР.

15. Обчислювальне розв’язання ДРЧП. Різницеві схеми.

Числові моделі у вигляді ДРЧП еліптичного, параболічного, гіперболічного типів: основні коефіцієнти, оператори та їх прикладне значення. Діапазон стійкості, явні та неявні різницеві схеми. Обчислювальна реалізація методу скінчених різниць для ДРЧП параболічного та гіперболічного типів. Приклад застосування. Обчислювальна реалізація методу Лібмана.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література.

1. І.В. Стьопочкіна, Числові моделі та алгоритми, конспект лекцій, слайди лекцій.
<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=387>
2. . Методи обчислень: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 113 «Прикладна математика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І.В. Стьопочкіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 30 с..
3. Методи обчислень: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 113 «Прикладна математика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.В. Стьопочкіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 56 с.
4. Алгоритми та методи обчислень /М.А. Новотарський, КПІ ім. Ігоря Сікорського , 2019. Електронний ресурс. - Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27864/1/Alhorytmy ta metody obchislenn.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27864/1/Alhorytmy%20ta%20metody%20obchislenn.pdf)
5. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Гл.5, Методи розв'язання диференціальних рівнянь в частинних похідних./Кветний Р.Н. та ін. Електронний ресурс. - Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp%27yuterne_modelyuvannya_system_procesiv/t1/5..htm

Додаткова література.

6. Математичне моделювання : метод. вказівки до практ. робіт / А. І. Момот, О. Я. Оліх. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. – 72 с.. - Режим доступу: http://gen.phys.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2013/04/MomotOlikh_matmod.pdf
7. МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ: Частина 1. Чисельні методи алгебри. Навчальний посібник./В.В. Третинник, Н.Д. Любашенко.- Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. Електронний ресурс.- Режим доступу https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiY1M76-f3wAhUDqf0HHZqBB6YQFjADeqQIFRAD&url=https%3A%2F%2Fela.kpi.ua%2Fbitstream%2F123456789%2F28225%2F1%2FMethody_obchyslenn.pdf&usq=AOvVaw30xPEINe4JyHwOkKUdRiTI
8. Методи обчислень. Навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. /Б.М. Ляшенко, О.М. Кривonos, Т.А. Вакалюк.-Житомир, вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. Електронний ресурс.- Режим доступу: http://eprints.zu.edu.ua/18543/1/metody_obchyslen.pdf
9. An introduction to numerical methods and analysis / James F. Epperson, Mathematical Reviews. — Second edition., 2013 <https://perhuaman.files.wordpress.com/2014/07/metodos-numericos.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ. (семін.)	Лаборат. (комп.пр.)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Наближені числа					
Тема 1.1. Вступ		1			
Тема 1.2. Дії з наближеними числами. Похибки [1, 4, 8]		1			2
Разом	4	2			2
Розділ 2. Розв'язання нелінійних рівнянь					

Тема 2.1. Відокремлення коренів [1, 4]		2		3	
Тема 2.2. Уточнення коренів [1,4]. СРС: [2].		2		3	
Разом	10	4		6	
Розділ 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)					
Тема 3.1. Прямі методи розв'язання СЛАР [1,5]. СРС: [2].		2		4	1
Тема 3.2. Ітераційні методи розв'язання СЛАР. Обумовленість систем рівнянь [1,5]. СРС: [2].		2		4	2
Разом	15	4		8	3
Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь (СНАР)					
Тема 4.1. Класифікація методів [1]		1			
Тема 4.2. Методи Ньютона, ітерації, Пікара [1,8,9]		1			
Разом	2	2			
Розділ 5. Обчислення власних чисел та векторів					
Тема 5.1. Повна проблема власних значень [1,4,5] . СРС: [2].		2		3	2
Тема 5.2. Часткова проблема власних значень [1,4,5].		3		3	2
Тема 5.3. Сингулярні числа [1,9].		2			2
Разом	19	7		6	6
Розділ 6. Наближення функцій					
Тема 6.1. Інтерполяція. Поліноми Лагранжа, Ньютона. СРС: [2].		2		3	5
Тема 6.2. Інтерполяція. Поліноми з центральними різницями, сплайни		2		1	5
Тема 6.3. Інтерполяційний поліном Ерміта [1]. СРС: [9, п. 4.6].		1			2
Тема 6.4. Апроксимація [1,6,9].		1		3	
Разом	25	6		7	12
Розділ 7. Числове диференціювання та інтегрування					
Тема 7.1. Числове диференціювання [1,4,8]		1		1	
Тема 7.2. Наближене інтегрування [1,4,8]		4		2	2

Разом	10	5		3	2
Розділ 8. Розв'язання диференціальних рівнянь					
Тема 7.3. Наближені методи розв'язання задачі Коші. Розв'язання крайових задач. [1,4] СРС: [2], [8, гл. 3.15, 3.16]		2		4	1
Тема 7.4. Наближені методи розв'язання ДРЧП. Різницеві схеми [1, 4,7, 9]		1		2	1
Разом	12	3		6	2
Модульна контрольна робота	12	2			10
Залік	11	1			10
Всього годин	120	36		36	48

6. Самостійна робота здобувача

Самостійна робота здобувача складається з:

- підготовки до МКР та екзамену шляхом опанування лекційного матеріалу та проведення розрахунків за заданими на лекціях домашніми завданнями,
- підготовки до захисту лабораторних робіт;
- виконання розрахункової роботи.

Завдання та методичні рекомендації щодо виконання розрахункової графічної роботи надано в [3].

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал, додається до рейтингу	Критерій	Ваговий бал, віднімається від базового балу за роботу
Участь в олімпіадних змаганнях спорідненої тематики	+2 бали	Невчасна здача лабораторної роботи	-2 бали
Перемога в олімпіадах спорідненої тематики	+5 балів		

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, розв'язуються супутні задачі, необхідні для виконання лабораторних робіт та успішного написання МКР. В разі великої кількості пропусків студент може бути недопущений до заліку, якщо не встигне виконати навчальний план по лабораторних роботах та МКР.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами 2.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації 3		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг 4	≥ 25 балів	≥ 50 балів	
	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота (практика)	-	+
	Комп'ютерні практикуми	ЛР №1	+	+
		ЛР №2	+	+
		ЛР №3	+	+
		ЛР №4	-	+
		ЛР №5	-	+
ЛР №6	-	(+)		

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

² Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

³ Там само.

⁴ Там само.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (згідно "Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», "Положення про організацію навчального процесу").

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтингова система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Ваговий коеф.	Кіл-ть	Всього
1.	МКР (блок 1, практичні завдання)	5	4	1	20
2.	МКР (блок 2, теоретичні питання)	5	4	1	20
3.	Комп'ютерні практикуми	5	2	6	60
	Всього				100

Умови допуску до заліку

Обов'язкова умова допуску до заліку	Критерій
Поточний рейтинг	$RD \geq 40$
Модульна контрольна робота	Написана на позитивну оцінку (3 з 5)
Лабораторні роботи	Виконано 6 на позитивну оцінку (3 з 5)

Необов'язкові умови допуску до заліку, невиконання яких може призвести до недопуску:

1. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
2. Відвідування лекційних занять.
3. Відвідування лабораторних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою 5

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	-
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	-
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	-
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	-
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	-
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

⁵ Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Залік

Підсумковим контролем є залік. У цьому разі рейтингова оцінка роботи за семестр складається з результатів роботи в семестрі (RD). На останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію у вигляді співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку (набрали протягом семестру менше ніж 60 балів (RD < 60)), але були допущені до семестрової атестації. Ці студенти зобов'язані проходити співбесіду. У цьому разі рейтингова оцінка складається з результатів роботи в семестрі (RD) та результатів співбесіди, але не вище 60 балів.

Студенти, які протягом семестру отримали більш ніж 60 балів, можуть пройти співбесіду з метою підвищення оцінки (але не більше ніж на 5 балів). Якщо результати співбесіди є позитивними, студент отримує оцінку за результатами співбесіди. Якщо результати співбесіди є негативними або нижчими за бажаний рівень знань для оцінку, на яку студент претендує, студент отримує оцінку згідно зі своїм рейтингом.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані, якщо в програмі курсу розглянуто всі питання, які входять до змісту навчальної дисципліни (п.3)*
- *Перемога в олімпіадах, хакатонах зі спорідненої тематики зараховується до рейтингу з дисципліни як +5 балів. Участь в олімпіадах, хакатонах зі спорідненої тематики зараховується до рейтингу дисципліни як +2 бали.*
- *Питання, що виносяться на МКР та залікову співбесіду (якщо вона проводиться) повністю відповідають тим, що перелічені в складі змісту дисципліни.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доц. каф. Інформаційної безпеки Стьопочкіна Ірина Валеріївна, **асистент** Кіфорчук Кирило Олегович

Ухвалено кафедрою інформаційної безпеки (протокол №8/2025 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6/2025 від 30.06.2025)