

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
рішенням вченої ради
ПММС НАН України
від « 03 » серпня 2022 року
протокол № 7

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
ДИСЦИПЛІНИ

***«ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНИХ
МОДЕЛЕЙ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»***

Третій освітньо-науковий
рівень вищої освіти – доктор філософії

Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки

Київ 2022

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні і методологічні основи, міжнародні стандарти та алгоритми в сфері чисельних методів розв'язання рівнянь математичних моделей навколишнього середовища.

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліни «Математичне моделювання навколишнього середовища в інформаційних системах підтримки рішень з екологічної безпеки», «Математичне та імітаційне моделювання», «Методи оптимізації», «Системи підтримки рішень», «Чисельні методи механіки суцільного середовища», «Гідродинаміка навколишнього середовища».

Метою навчальної дисципліни «Чисельні методи розв'язання рівнянь математичних моделей навколишнього середовища» є одержання студентами теоретичних знань та практичних навичок в області створення, інтеграції та використання чисельних методів розв'язання математичних моделей навколишнього середовища. Вивчення та засвоєння курсу створять у аспірантів теоретичну, практичну та інформаційну бази, потрібні для їх подальшої практичної і науково-дослідницької професійної інноваційної діяльності.

II. РОЗПОДІЛ УЧБОВОГО ЧАСУ

Семестр	Семестрова атестація	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				
			Лекції	Практ. заняття	Семінари	Лаб. роботи	Самостійна робота
1	Диф. Залік	60	30	4	3	-	33
Кількість кредитів		2					

Перелік основних компетенцій, що мають бути набути протягом навчання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Обов'язкові компетентності		Результати навчання
Загальні компетентності	Спеціальні (фахові) компетентності	
<p>ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.</p> <p>ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності</p>	<p>СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.</p> <p>СК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності</p>	<p>РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.</p> <p>РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.</p> <p>РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.</p>

		PH06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи
--	--	--

III. ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Завданнями навчальної дисципліни «Чисельні методи розв’язання рівнянь математичних моделей навколишнього середовища» є:

- формування систематизованого уявлення щодо сучасних чисельних методів розв’язання рівнянь математичних моделей навколишнього середовища;
- одержання практичних навичок аналізу та застосування сучасних чисельних методів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні:

знати:

- термінологію в області чисельних методів та математичного моделювання, навколишнього середовища;
- теоретичні основи сучасних чисельних методів розв’язання рівнянь математичних моделей
- Особливості програмної реалізації сучасних чисельних методів

вміти:

- розробляти математичні методи розв’язання рівнянь моделей та впроваджувати їх у вигляді програмних алгоритмів
- оцінювати точність та швидкодію чисельних методів
- підвищувати швидкодію чисельних методів

IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

IV.1. Розподіл учбового часу по темах

Назва розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять						
	Всього годин	Лекції, годин	Практ. заняття годин	Семінари, годин	Лаб. роботи, годин	Комп. практ, годин	Самостійна робота годин
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Тема 1 Чисельні методи розв'язання рівнянь математичних моделей.</i> Кінцево-різницеві, кінцево-об'ємні та кінцево-елементні методи. Апроксимація, стійкість та збіжність схем для лінійних рівнянь. Консервативні властивості чисельних схем. Схеми високого порядку апроксимації. Сучасні методи лінійної алгебри. Методи розв'язання нелінійних рівнянь.	60	20	4	3			33
Всього за курс	60	20	4	3			33

V. ПОТОЧНИЙ ТА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекцій та практичних занять.

Підсумковий контроль – це оцінювання засвоєння студентами всього теоретичного матеріалу та рівня практичної підготовки з навчальної дисципліни.

Підсумкова оцінка виставляється за результатами поточного контролю за шкалою оцінювання, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінка (за національною шкалою)	Бали
Атестований з оцінкою "відмінно"	91-100
Атестований з оцінкою "добре"	76-90
Атестований з оцінкою "задовільно"	60-75
Не атестований з оцінкою "незадовільно"	26-59
Не атестований з оцінкою "н/а"	0-25

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційованого заліку.

VI. ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

Теоретичні запитання

1. Постановки модельних задач для розв'язання рівняння переносу, рівняння теплопровідності, рівняння Пуассону, адвективно-дифузійного рівняння.
2. Методи побудови чисельних схем.
3. Поняття апроксимації чисельної схеми та її порядку.
4. Поняття стійкості чисельної схеми.
5. Методи дослідження стійкості чисельних схем (принцип максимуму та інші).
6. Поняття збіжності чисельної схеми, порядок точності схеми.
7. Зв'язок між збіжністю, апроксимацією та стійкістю схеми.
8. Критерії стійкості окремих явних та неявних схем для рівняння адвективно-дифузійного переносу.
9. Поняття про монотонність схеми.
10. Теорема Годунова про монотонність схем для рівняння переносу.
11. Схеми високого порядку точності для рівняння переносу.
12. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь – метод спряжених градієнтів, метод послідовної верхньої релаксації, умови їх збіжності.
13. Системи рівнянь, які описуються М-матрицями. Передобумовлювачі ILU для таких систем.
14. Метод Ньютона для розв'язання систем нелінійних рівнянь.

VII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

- Saad, Y. Iterative methods for sparse linear systems / Yousef Saad. – Philadelphia: SIAM, 2003. – 528 p.
1. Ортега Д. Итерационные методы решения нелинейных уравнений со многими переменными / Джеймс Ортега, Вернер Рейнболт. – М.: Мир, 1985. – 600 с.
 2. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М., Наука, 1989.

Базова література

1. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости / Сухас Патанкар. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 150 с.
2. Roache, P.J. Fundamentals of computational fluid dynamics / Patrick J. Roache. – Mexica, Albuquerque: Hermosa Publishers, 1998. – 648 p.

Допоміжна література

1. Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организации высокопроизводительных параллельных вычислений. Алгебраический поход / Анатолий Ефимович Дорошенко – К.:Наукова думка, 2000. – 177 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнений в окружающей среде / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев. – Киев: Наукова думка, 1997. – 368 с.

Програму склали:

к.ф. – м.н. **КІВВА С.Л.**, д.ф. – м.н. **МАДЕРИЧ В.С.**, д.т.н. **КОВАЛЕЦЬ І.В.**