



Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра прикладної математики  
ФПМ

Кафедра математичного  
моделювання та аналізу даних  
НН ФТІ

# СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ (НЗ)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|   |   |
|---|---|
| Рівень вищої освіти                               | <i>Третій (доктор філософії)</i>  |
| Галузь знань                                      | <i>11 математика і статистика</i>   |
| Спеціальність                                     | <i>113 прикладна математика</i>   |
| Освітня програма                                  | <i>Прикладна математика</i>   |
| Статус дисципліни                                 | <i>Нормативна</i>   |
| Форма навчання                                    | <i>очна(денна)</i>  |
| Рік підготовки, семестр                           | <i>2 курс, осінній семестр</i>  |
| Обсяг дисципліни                                  | <i>6 кредитів / 180 годин (лекційних – 10, практичних – 8, СРС – 162)</i>   |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | <i>Екзамен/поточний контроль</i>  |
| Розклад занять                                    | <i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a></i>  |
| Мова викладання                                   | <i>Українська</i>   |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | <i>Лектор: доктор фіз.-мат. наук, професор Лось Валерій Миколайович,<br/><a href="mailto:v_los@yahoo.com">v_los@yahoo.com</a><br/>доктор технічних наук, професор Шелестов Андрій Юрійович,<br/><a href="mailto:andrii.shelestov@gmail.com">andrii.shelestov@gmail.com</a>;<br/>Практичні / Семінарські: доктор фіз.-мат. наук, професор Лось Валерій<br/>Миколайович, <a href="mailto:v_los@yahoo.com">v_los@yahoo.com</a><br/>доктор технічних наук, професор Шелестов Андрій Юрійович,<br/><a href="mailto:andrii.shelestov@gmail.com">andrii.shelestov@gmail.com</a>;</i> |

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Сучасні методи прикладної математики" присвячена поглибленому вивченню сучасних методів та технік прикладної математики, необхідних для вирішення складних завдань з різних галузей науки. Курс спрямований на розвиток навичок математичного моделювання, аналізу та розв'язання практичних задач, зокрема з використанням сучасних методів обробки мультимодальних даних, статистичного аналізу, напівавтоматичного навчання та інтелектуальних обчислень.

Метою курсу є підготовка аспірантів до самостійної наукової роботи у галузі прикладної математики, зокрема в області математичного моделювання та аналізу даних. Окрім того, курс передбачає розвиток навичок комунікації та співпраці в наукових групах, що є важливим аспектом успішної наукової кар'єри.

Предметом дисципліни є методи обробки мультимодальних даних, методи інтеграції даних та напіваавтоматичного навчання, методи дослідження крайових задач у просторах Соболева та властивості узагальнених розв'язків цих задач.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі компетентності та програмні результати навчання за освітньою програмою.

#### **Загальні компетентності:**

ЗК 2 Здатність розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;

ЗК 5 Здатність забезпечувати неперервний власний саморозвиток і самовдосконалення.

#### **Фахові компетентності:**

ФК 1 Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі прикладної математики з використанням сучасних теорій, методів та технологій, проводити теоретичні та експериментальні дослідження, математичне та комп'ютерне моделювання;

ФК 3 Розуміння сучасних методів прикладної математики.

#### **Програмні результати навчання:**

РН 2 Орієнтуватися у наукових проблемах професійної галузі, знаходити оптимальні шляхи їх розв'язання, самостійно освоювати нові методи досліджень;

РН 5 Орієнтуватися у сучасних моделях та методах прикладної математики, граничних умовах їх застосування.

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

Для вивчення дисципліни «Сучасні методи прикладної математики» аспірант має бути знайомий з основами математичного аналізу, теорії ймовірності та математичної статистики, програмування та математичного моделювання. Перелік дисциплін, володіння якими необхідні аспіранту для успішного засвоєння дисципліни: «Іноземна мова для наукової діяльності», «Організація науково-інноваційної діяльності».

На результатах навчання з даної дисципліни базується дисципліна «Спеціальні розділи математичного моделювання».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Вступ до мультимодальних даних

Тема 1.1 Основні поняття та визначення. Типи даних та їх характеристики. Методи обробки мультимодальних даних.

Тема 1.2. Оцінка якості та валідація моделей на мультимодальних даних.

Розділ 2. Методи інтеграції даних та напіваавтоматичного навчання

Тема 2.1 Методи об'єднання мультимодальних даних

Тема 2.2 Інтеграція та узагальнення даних з різних джерел в системах напіваавтоматичного навчання

Розділ 3. Узагальнені розв'язки крайових задач.

Тема 3.1. Класичні та узагальнені простори Соболева.

Тема 3.2. Узагальнені розв'язки крайових задач. Теореми про нерухому точку і нелінійні задачі.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Основна література**

1. Andrii Shelestov, Mykola Lavreniuk, Vladimir Vasiliev, Leonid Shumilo, Andrii Kolotii, Bohdan Yailymov, Nataliia Kussul, Hanna Yailymova Cloud Approach to Automated Crop Classification

- Using Sentinel-1 Imagery. IEEE Transactions on Big Data – 2020. – Vol. 6, No. 3. – 572-582 pp. DOI: 10.1109/TBDATA.2019.2940237.
2. Шелестов А. Ю. Методи глибинного навчання для геопросторового аналізу та задач спостереження Землі / Шелестов А. Ю., Лавренюк М. С., Яйлимов Б. Я., Ткаченко О. М. К.: “Наукова думка” – 2019. – 228 с.
  3. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.
  4. Застосування штучних нейронних мереж для обробки інформації в технічних системах моніторингу навколишнього середовища. Навчальний посібник. / Перелигін Б.В., Ткач Т.Б.; Одеський держ. екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2014 р. – 218 с.
  5. Журавська І. Гетерогенні комп’ютерні мережі критичного застосування на основі роїв та зграй БПЛА : монографія. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. –192 с.
  6. Т.А. Мельник, А.П. Крєневич Теорія просторів Соболева та узагальнені розв’язки крайових задач. К. : ВПЦ «Київський університет», 2019. – 200с.

#### **Додаткова література**

7. Andrii Shelestov, Bohdan Yailymov, Hanna Yailymova, Svitlana Nosok, Oleh PivenCloud-Based Technologies for Data Processing in Ukraine: International Context. In: Ilchenko, M., Uryvsky, L., Globa, L. (eds) Progress in Advanced Information and Communication Technology and Systems. MCIIT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 548. Springer, Cham. pp. 101–118. DOI: 10.1007/978-3-031-16368-5\_5
8. N. Kussul, L. Shumilo, H. Yailymova, A. Shelestov, T. Krasilnikova Complex method for land degradation estimation. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, Vol. 1126, No. 1, p. 012032. DOI 10.1088/1755-1315/1126/1/012032
9. Anthony Lehmann, Paolo Mazzetti, Mattia Santoro, et all. Essential earth observation variables for high-level multi-scale indicators and policies. In: Environmental Science & Policy, 131, pp. 105-117. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.12.024.
10. Andrii Shelestov, Andrii Kolotii, Tatiana Borisova, et all. Essential variables for air quality estimation. International Journal of Digital Earth. – 2019. – P. 278-298. DOI: 10.1080/17538947.2019.1620881
11. What is Multimodal Deep Learning and What are the Applications? — ел. ресурс <https://jina.ai/news/what-is-multimodal-deep-learning-and-what-are-the-applications/>, 2022.
12. Chaudhury, Santanu & Dey, Lipika & Verma, Ishan & Hassan, Ehtesham. (2017). Mining Multimodal Data. DOI: 10.1142/9789813144552\_0017 (Mining Multimodal Data, p. 581-604).
13. S. Javaid, Multimodal Learning: Benefits & 3 Real-World Examples in 2023 — ел. ресурс <https://research.aimultiple.com/multimodal-learning/>.
14. Los V., Mikhailets A., Murach A. Parabolic problems in generalized Sobolev spaces // Commun. Pure and Appl. Anal – 2021. – 20, no. 10. - P. 3605 - 3636.

#### **Навчальний контент**

##### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Під час навчання застосовуються стратегія активного навчання, особистісно-орієнтовані розвиваючі підходи, засновані на активних формах і методах навчання (використання елементів сучасної організації наукових досліджень, метод мозкового штурму, дискусія, тощо).

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та здобувача для засвоєння ними матеріалу та розвитку навичок розв’язання наукових задач. Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративні матеріали, для проведення практичних занять використовується пошуковий та дослідницький методи навчання, при яких викладач ставить перед аспірантами задачу, яка розв’язується самостійно або під керівництвом викладача з висуванням та перевіркою ідей, підбором необхідних джерел інформації, методів, підходів тощо. Для розв’язання задач може використовуватись мова програмування Python та середовище Google Collaboratory.

Дистанційна форма навчання: система Google Classroom та платформа для проведення онлайн-зустрічей Zoom, електронна пошта, канали Telegram.

#### Лекційні заняття

| №з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань  | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1    | <b>Лекція 1.</b> Основні поняття та визначення. Типи даних та їх характеристики. Методи обробки мультимодальних даних.      | 2               |
| 2    | <b>Лекція 2.</b> Оцінка якості та валідація моделей на мультимодальних даних.   | 2               |
| 3    | <b>Лекція 3.</b> Методи інтеграції даних та напіваавтоматичного навчання.   | 2               |
| 4    | <b>Лекція 4.</b> Класичні та узагальнені простори Соболева.   | 2               |
| 5    | <b>Лекція 5.</b> Узагальнені розв'язки лінійних крайових задач. Застосування теорем про нерухому точку до нелінійних задач. | 2               |
|      | <b>Всього годин</b>   | <b>10</b>       |

#### Практичні заняття

| № з/п | Назва   | Кількість ауд. годин |
|-------|---|----------------------|
| 1     | Відкриті джерела даних та методи їх обробки. Підходи до їх спільного використання.    | 2                    |
| 2     | Інтеграція та узагальнення даних з різних джерел. Оцінка якості та валідація моделей. | 2                    |
| 3     | Узагальнені розв'язки лінійних крайових задач.  | 2                    |
| 4     | Застосування теорем про нерухому точку до дослідження нелінійних задач.               | 2                    |
|       | <b>Всього</b>   | <b>8</b>             |

#### 6. Самостійна робота аспіранта

До СРС відносяться такі види робіт: вивчення теоретичного матеріалу з розділів дисципліни, підготовка до практичних занять, підготовка до екзамену.

| № з/п | Вид самостійної роботи                      | Кількість годин СРС |
|-------|---|---------------------|
| 1.    | Вивчення теоретичного матеріалу з Розділу 1 | 40                  |
| 2.    | Вивчення теоретичного матеріалу з Розділу 2 | 40                  |
| 3.    | Вивчення теоретичного матеріалу з Розділу 3 | 40                  |
| 4.    | Підготовка до практичних занять             | 12                  |
| 5.    | Підготовка до екзамену                      | 30                  |
|       | <b>Загалом</b>                              | <b>162</b>          |

#### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак аспірантам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається базовий теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного проходження курсу. Система

оцінювання орієнтована на отримання балів за активність аспіранта, а також виконання додаткових завдань та видів діяльності, які призначені для розвитку його практичних умінь та навичок.

### **Заохочувальні бали (загальна кількість не перевищує 5 балів)**

| Заохочувальні бали   |                         |
|--|-------------------------|
| Критерій   | Ваговий бал             |
| Презентація за окремим питанням  | 2 бала                  |
| Додаткові практичні завдання   | 1 бал за кожне завдання |
| Проходження окремих курсів навчання за тематикою дисципліни (за погодженням з викладачем та наданням відповідного сертифікату) | 5 балів                 |

### **Пропущені контрольні заходи**

Пропущений екзамен не зараховується; у такому випадку аспірант отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен скласти екзамен на додатковій сесії.

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

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Аспіранти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна "Сучасні методи прикладної математики" може викладатися для більшості аспірантів з особливими освітніми потребами, окрім аспірантів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100-бальною шкалою. Семестровим контролем є екзамен. Підсумковий рейтинг аспіранта складається з суми балів поточного рейтингу, балів, набраних на екзамені та заохочувальних балів.

Поточний рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, що отримуються за 2 практичних завдання, балів за самостійне опрацювання матеріалу дисципліни та заохочувальних балів.

Система поточних рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання практичного завдання:

- повне виконання, повні відповіді 5;
- повне виконання, але неповна відповідь 1...4;

2. Результати обговорення самостійно опрацьованого матеріалу розділів дисципліни – до 30 балів. Відповіді на запитання по кожному з трьох розділів оцінюються до 10 балів.

3. Заохочувальні бали (загальна кількість не має перевищувати 5 балів):

- виконання додаткового практичного завдання – 1 бал;
- презентація за окремим питанням – 2 бала;
- проходження окремого курсу навчання за тематикою дисципліни (за погодженням з викладачем та наданням відповідного сертифікату) – 5 балів.

Аспірант допускається до іспиту за наявності виконаних та зданих практичних завдань та поточного рейтингу не менше 25 балів. Іспит з дисципліни «Сучасні методи прикладної математики» є підсумком всієї роботи аспіранта в семестрі і враховує всі види робіт, які аспіранти зобов'язані виконати протягом семестру згідно рейтингової системи оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з 4 питань – 2 теоретичних та 2 практичних.

Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється в 15 балів.

Максимальна кількість балів за відповідь на екзамені: 15 балів × 4 запитання = 60 балів.

За відповідь на кожне питання білету аспірант отримує:

- 12-15 балів, якщо він надав повну та правильну відповідь або припустився незначних похибок, які істотно не вплинули на саму відповідь,
- 8-11 балів, якщо відповідь правильна лише частково або не є повною (наприклад, наведена лише схема необхідного доведення теореми або під час розв'язання прикладу не перевірена можливість застосування відповідного методу),
- 4-7 бали, якщо відповідь частково правильна, але містить значні прогалини (наприклад, відсутнє необхідне доведення теореми чи під час розв'язання прикладу враховані не всі можливі випадки),
- 0-3 бали, якщо відповідь на запитання взагалі не була надана або містить грубі помилки.

Розрахунок шкали рейтингу:  $R = 5 \times 2 + 10 \times 3 + 15 \times 4 = 100$  балів

Рейтингова шкала оцінювання аспіранта:

| Рейтингові бали | Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей |
|-----------------|---|
| 95...100        | Відмінно  |
| 85...94         | Дуже добре  |
| 75...84         | Добре   |
| 65...74         | Задовільно  |
| 60...64         | Достатньо   |
| 25...59         | Незадовільно  |
| менше 25        | Не допущений  |

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Проходження додаткових курсів за тематикою навчальної дисципліни та наявність сертифікатів за їх результатом дає можливість підвищити свій загальний рейтинг після узгодження з викладачем.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., проф., Шелестов А.Ю., д.ф.-м.н. проф., Лось В.М.

Ухвалено кафедрою математичного моделювання та аналізу даних НН ФТІ (протокол No 14 від 22.06.2022),

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол No 13 від 16.06.2022)

Погоджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол No 6 від 30.06.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол No 9 від 24.06.2022).