



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Data-driven підходи у моделюванні

Шифр та назва спеціальності  
113 – Прикладна математика

Інститут  
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма  
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра  
Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти  
Магістр-професіонал (1 рік 4 місяці)  
Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)

Тип дисципліни  
Профільна, вибіркова

Семестр  
2

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



**Водка Олексій Олександрович (відповідальний лектор)**

[Oleksii.vodka@khpi.edu.ua](mailto:Oleksii.vodka@khpi.edu.ua)

К.т.н., доцент, завідувач каф. MMI

досвід роботи – 11 років. Автор понад 50 наукових та методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Візуалізація даних», «Інтегровані комп'ютерні системи проектування та аналізу», «Обробка сигналів та зображень»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



**Фоменко Наталія Олександрівна (асистентка)**

[Nataliia.Fomenko@infiz.khpi.edu.ua](mailto:Nataliia.Fomenko@infiz.khpi.edu.ua)

Асистентка каф. MMI

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Моделювання на основі даних пропонує ретельне вивчення використання даних для побудови прогнозних та інформативних моделей у різних наукових та інженерних дисциплінах. Цей курс покликаний надати студентам теоретичну базу та практичні навички, необхідні для вилучення цінної інформації з даних, побудови надійних моделей та ефективного вирішення проблем.

## Мета та цілі дисципліни

Мета: дисципліна спрямована на оволодіння студентами сучасними методами аналізу та моделювання складних фізичних явищ, використовуючи інструменти лінійної та нелінійної регресії, Dynamic Mode Decomposition, фізично інформованих нейронних мереж та глибокого навчання. Дисципліна орієнтована на розвиток навичок обробки та аналізу великих обсягів даних, а також розуміння фізичних принципів, що лежать в основі різних явищ.

Цілі:

1. Оволодіти методами створення моделей, що спираються на набори даних.
2. Отримати знання передових методів, таких як символічна регресія, фізично інформовані нейронні мережі, глибоке навчання
3. Покращити навички вирішення реальних проблем.
4. Здобути здатність інтерпретувати та ефективно передавати результати, пояснюючи внутрішню роботу моделей, перетворюючи результати на значущі висновки та переконливо представляючи їх різноманітній аудиторії.

## Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

## Компетентності

ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) та нестандартні підходи до їх реалізації.

ЗК3. Здатність оволодівати сучасними знаннями, формулювати та вирішувати проблеми.

СК3. Здатність розробляти методи й алгоритми побудови, дослідження та програмної реалізації математичних моделей у техніці, фізиці, біології, медицині та інших галузях та здійснювати їх аналіз.

СК4. Здатність розробляти та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі, проводити обчислювальний експеримент та розв'язувати формалізовані задачі за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

СК7. Здатність проєктувати та розробляти програмне забезпечення для розв'язування формалізованих задач, зокрема систем з великими обсягами даних.

СК8. Здатність формалізувати та будувати моделі даних або знань, одержувати релевантні знання з великих обсягів даних, обирати методи інтелектуального аналізу даних для розв'язання задач.

## Результати навчання

РН5. Обґрунтовувати та за необхідності розробляти нові алгоритми і програмні засоби для розв'язання наукових та прикладних задач, застосовувати, модифікувати і досліджувати аналітичні та обчислювальні методи їх розв'язування.

РН7. Розв'язувати задачі комп'ютерного моделювання шляхом використання і розробки сучасних програмних засобів, зокрема методами розподіленого, паралельного та хмарного програмування.

РН8. Розробляти та програмно реалізовувати алгоритми розв'язування прикладних задач, системне та прикладне програмне забезпечення інформаційних систем і технологій.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Базове розуміння лінійної алгебри, математичної статистики та теорії ймовірностей. Досвід програмування на Python (знайомство з такими бібліотеками як NumPy, pandas і scikit-learn є плюсом).

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

**Міждисциплінарний характер:** поєднання знань з комп'ютерних наук, прикладної математики, фізики та інженерії.

**Практична спрямованість:** наголос робиться на застосуванні теоретичних знань для вирішення реальних задач з різних галузей.

**Використання сучасних технологій:** лабораторні роботи та самостійна робота передбачають використання Python, популярних бібліотек (NumPy, pandas, scikit-learn, TensorFlow/PyTorch) та передових методів (DMD, PINN, Deep learning).

**Розвиток дослідницьких навичок:** студенти вчаться аналізувати дані, формулювати дослідницькі питання, генерувати нові ідеї та презентувати результати досліджень

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Вступ

Огляд підходів до моделювання Важливість і застосування моделювання на основі даних.

#### Тема 2. Регресія та вибір моделі

Підтеми / перелік питань

#### Тема 3. Нелінійна регресія

Підтеми / перелік питань

#### Тема 4. Логістична регресія

#### Тема 5. Генетичне програмування

Підтеми / перелік питань

#### Тема 6. Символьна регресія

Підтеми / перелік питань

#### Тема 7-8. Зниження розмірності. Dynamic Mode Decomposition

#### Тема 9. Алгоритми кластеризації

#### Тема 10. Основи фізично-інформованих нейронних мереж (PINN)

#### Тема 11. Впровадження та методи навчання (PINN)

#### Тема 12. Застосування фізично-інформованих нейронних мереж

#### Тема 13-14. Deep learning

#### Тема 15-16. RL for physical systems

### Теми практичних занять

### Теми лабораторних робіт

#### Тема 1. Застосування лінійної регресії

#### Тема 2. Порівняння регресійних методів

#### Тема 3. Символьна регресія для моделювання нелінійної поведінки матеріалів

#### Тема 4-5. Аналіз динаміки рідин із застосуванням Dynamic Mode Decomposition

Застосування DMD для аналізу набору даних часових рядів вимірювань швидкості в турбулентному потоці та виділення його домінуючих динамічних режимів.

#### Тема 5. Визначення простої архітектури PINN. Функція втрат. Розв'язання диференціального рівняння в частинних похідних

Реалізація базової архітектури PINN за допомогою TensorFlow або PyTorch. Аналіз впливу вибору функції втрат на продуктивність моделі. Порівняння результату розв'язку ДР з аналітичними рішеннями.

#### Тема 6. Застосування фізично інформованих нейронних мереж

Симуляція гідродинаміки. Застосування PINN для моделювання динаміки рідини в контрольованому середовищі. Перевірка результатів на відповідність встановленим принципам динаміки рідини.

Моделювання механічної поведінки. Прогнозування деформацій та/або напружень у матеріалі за заданих умов. Порівняння з результатами, отриманими MSE.

#### Тема 7-8. Глибоке навчання для прогнозування часових рядів

Використання згорткових LSTM для аналізу даних датчиків швидкості вітру, даних з виробництва та прогнозів погоди для прогнозування потужності вітрових турбін.

### Самостійна робота

Розрахункова робота на одну з тем лабораторних.

## Література та навчальні матеріали

- [1] J. N. Kutz, Data-driven modeling & scientific computation: Methods for complex systems & big data. London, England: Oxford University Press, 2013.
- [2] S. L. Brunton and J. N. Kutz, Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control, 2nd ed. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2022.
- [3] K. P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective. London, England: MIT Press, 2012.
- [4] J. VanderPlas, Python Data Science Handbook. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2016.  
(<https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/>)

Інші допоміжні матеріали: посилання на туторіали чи інструкції з встановлення певних пакетів/бібліотек надаються під час проходження курсу.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Виконання кожної лабораторної роботи (8) оцінюється в 10 балів. (максимально за всі - 80).  
Самостійна робота оцінюється в 10 балів.  
Відповідь на заліку - 10 балів.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження  
30.08.2023

Завідувач кафедри  
Олексій ВОДКА

Дата погодження  
30.08.2023

Гарант ОПП (1 рік 4 місяці)  
Олексій ЛАРІН

Гарант ОНП (1 рік 9 місяців)  
Геннадій МАРТИНЕНКО