

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## «Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної техніки»

|                                                                                   |                              |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|  | <b>Рівень вищої освіти</b>   | Третій (освітньо-науковий) |
|                                                                                   | <b>Спеціальність</b>         | G9, G8, G11                |
|                                                                                   | <b>Освітня програма</b>      | Спеціальностей G9, G8, G11 |
|                                                                                   | <b>Кількість кредитів</b>    | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
|                                                                                   | <b>Тривалість викладання</b> | 7 чверть                   |
|                                                                                   | лекції:                      | 3 години на тиждень        |
|                                                                                   | практичні заняття:           | 2 години на тиждень        |
|                                                                                   | <b>Мова викладання</b>       | українська                 |

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua>

Кафедра, що викладає Прикладної математики



**Викладач:**

**Сдвижкова Олена Олександрівна**

Завідувачка кафедри, докт. техн. наук, професор

**Персональна сторінка**

<https://surl.li/yysanh>

**E-mail:** [sdvyzhkova.o.o@nmu.one](mailto:sdvyzhkova.o.o@nmu.one)

## 1. Анотація до курсу

Дисципліна «Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної техніки» спрямована на надання здобувачам знань з нових методів та способів математичного моделювання складних технічних систем. Використовувати сучасні методики і приклади оптимального планування і обробки експериментальних даних.

Дисципліна «Моделювання технічних систем з використанням комп'ютерної техніки» формує теоретичні знання та практичні навички, які дають можливість обґрунтовувати та використовувати методи статистичної обробки результатів експерименту, а також обирати оптимальні методи чисельного моделювання механічних систем і процесів.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – розвиток глибокого розуміння принципів побудови математичних та обчислювальних моделей для технічних систем, опанування спеціалізованих програмних засобів для моделювання та досліджень систем.

### Завдання курсу:

- теоретично підготувати здобувача новим методам математичного моделювання складної технічної системи;
- навчити планувати експерименти з використанням методів теорії ймовірності;
- навчити використовувати методи статистичної обробки результатів експерименту.
- навчити використовувати методи оптимізації систем і процесів.

## 3. Результати навчання:

- оволодіти принципами побудови та дослідження математичної моделі складної технічної системи;
- опанувати обчислювальні методи для моделювання динамічної та статичної поведінки систем, опанувати найсучасніші інструменти для аналізу системи;
- оволодіти принципами стохастичного моделювання систем, виконання багатофакторного математичного моделювання, побудови прогностичних моделей поведінки системи;
- розуміти принципи використання машинного навчання та штучного інтелекту при дослідженні моделей технічних систем.

## 4. Структура курсу

| Види та тематика навчальних занять                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЕКЦІЇ                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1. Основи моделювання технічних систем.<br>Огляд технічних систем. Типи моделей: детерміновані, стохастичні, динамічні, статичні. Математичні основи моделювання: диференціальні рівняння, лінійна алгебра, оптимізація. Приклади моделей технічних систем |
| 2. Моделі суцільного середовища. Пружні моделі. Задача Ламе. Пружно-пластичні моделі. Критерії міцності.                                                                                                                                                   |
| 3. Чисельні методи та алгоритми<br>Чисельне інтегрування та диференціювання.<br>Метод скінчених елементів, метод скінчених різниць, метод граничних елементів, метод дискретних елементів. Аналіз стійкості та збіжності чисельних методів                 |
| 4. Огляд всесвітньо відомих програмних продуктів, що реалізують чисельні методи: ANSYS, ABACUS, SolidWorks, FLAC, PFC2D, PFC3D                                                                                                                             |
| 5. Застосування чисельних методів в моделях суцільного середовища                                                                                                                                                                                          |

| <b>Види та тематика навчальних занять</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обґрунтування деформаційної моделі середовища. Вибір програмного забезпечення для моделювання конструктивних елементів системи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6. Моделювання технічної системи «грунтово-породний масив – штучна конструкція». Напружено-деформований стан ґрунтово-породного масиву. Визначення зон руйнування навколо підземних споруд. Використання програм PHASE 2, RS3 (Rockscience) для моделювання складних геомеханічних та геотехнічних систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7. Многофакторний аналіз технічної системи<br>Планування обчислюваного експерименту. Апроксимація функціональних залежностей. Аналіз чутливості моделі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8. Стохастичне моделювання систем. Стохастична компонентав в функціонуванні технічних систем. Імітаційне моделювання для прогнозу поведінки системи в умовах невизначеності                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9. Машинне навчання та методи штучного інтелекту для моделювання технічної системи<br>Огляд принципів машинного навчання. Роль ІІІ в моделюванні технічних систем. Попередня обробка даних і розробка функцій. Очищення та нормалізація наборів даних для технічних систем. Методи машинного навчання для виявлення аномалій у системах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1. Математичні основи моделювання. Розробка та дослідження деяких моделей аналітичними та чисельними методами. Використання Mathcad, MATLAB<br>2. Моделі суцільного середовища. Розв'язок задачі Ламе. Пружно-пластичні моделі. Застосування критеріїв міцності.<br>3. Метод скінчених елементів.<br>Побудова матриці жорсткості скінченого елемента. Побудова глобальної матриці жорсткості системи. Дослідження напружень в конструктивному елементі системи.<br>4. Многофакторний аналіз технічної системи<br>Побудова плану експерименту. Апроксимація функціональних залежностей. Аналіз чутливості моделі.<br>5. Стохастичне моделювання систем. Побудова статистичного розподілу кількісної ознаки. Імітаційне моделювання поведінки системи в межах варіювання кількісних ознак.<br>6. Машинне навчання та методи штучного інтелекту для моделювання технічної системи<br>Побудова лінійної та логістичної регресії для технічних систем. Дерева рішень і випадкові ліси. |

### **5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення.**

Технічні засоби навчання. Використовується комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства.

Електронна версія комплексу навчально-методичного забезпечення дисципліни. Програмне забезпечення: ОС Windows, MS Office, PHASE 2, Rocscience.

Мультимедійне обладнання, дистанційна платформа MOODLE, MS Teams.

### **6. Система оцінювання та вимоги**

**6.1.** Навчальні досягнення студентів за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

| Рейтингова шкала | Інституційна шкала |
|------------------|--------------------|
| 90–100           | відмінно           |

|       |              |
|-------|--------------|
| 74-89 | добре        |
| 60-73 | задовільно   |
| 0-59  | незадовільно |

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 7-го кваліфікаційного рівня НРК.

**6.2.** Студенти можуть отримати підсумкову оцінку з дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

| Теоретична частина | Практична частина         |                             | Разом |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|
|                    | При своєчасному складанні | При несвоєчасному складанні |       |
| 70                 | 30                        | 20                          | 100   |

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Заняття практичні оцінюються якістю виконання контрольного завдання.

### **6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи:**

Підсумкові результати навчання складаються із результатів тестування на базі онлайн системи університету. Градація шкали тестування здійснюється по 100 бальній системі.

## **7. Політика курсу**

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність студентів є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". <http://surl.li/alvis>

У разі порушення студентом академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

### **7.2. Комунікаційна політика.**

Студенти повинні мати активовану університетську пошту.

Обов'язком студента є перевірка один раз на тиждень (щонеділі) поштової скриньки на Офіс365 та відвідування команди у MS TEAMS.

Протягом тижнів самостійної роботи обов'язком студента є робота з дистанційним курсом «Технології фізико-технічної обробки матеріалів» ([www.do.nmu.org.ua](http://www.do.nmu.org.ua)).

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту або до групи в MS TEAMS.

### **7.3. Політика щодо перескладання.**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

#### **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання.**

Якщо студент не згоден з оцінюванням його знань він може оскаржити виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

#### **7.5. Відвідування занять.**

Для студентів денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, студентська мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності студент має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

### **8. Рекомендовані джерела інформації**

1. Рудаков, Д.В., Сдвижкова О.О. Математичне моделювання природничих систем: навч. посібник / Д.В. Рудаков. О.О. Сдвижкова. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 176 с.

2. Чисельні методи: теорія і практика : навч. посіб. / А. Л. Литвинов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 166 с.

[https://eprints.kname.edu.ua/62005/1/2022%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2013%D0%9D%20%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD\\_%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/62005/1/2022%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2013%D0%9D%20%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD_%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf)

3. Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). Numerical Methods for Engineers. McGraw-Hill Education.  
[https://www.academia.edu/38084603/Numerical\\_Methods\\_for\\_Engineers\\_SEVENTH\\_EDITION?auto=download](https://www.academia.edu/38084603/Numerical_Methods_for_Engineers_SEVENTH_EDITION?auto=download)

4. Sdvyzhkova, O.O., Moldabayev, S.K., Babets, D.V., Kovrov, O.S., Adil, T.K. Numerical simulation of the open pit stability based on probabilistic approach / // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – №6. – P. 29–34

5. Babets, D, Implementation of probabilistic approach to rock mass strength estimation while excavating through fault zones / Sdvyzhkova, O. Shashenko, O. Kravchenko, K. Cabana, E.C. // Mining of Mineral Deposits. – 2019. – V.13. – № 4. – P. 72-83.  
<https://doi.org/10.33271/mining13.04.072>

6. Sdvyzhkova, O., Moldabayev, S., Babets, D., ...Nurmanova, A., Prykhodko, V. Numerical modelling of the pit wall stability while optimizing its boundaries to ensure the ore mining completeness. Mining of Mineral Deposits, 2024, 18(2), p.1–10 DOI:10.33271/mining18.02.001

7. Babets, D., Multifactorial analysis of a gateroad stability at goaf interface during longwall coal mining – A case study / Sdvyzhkova, O., Hapiev, S., Shashenko, O., Prykhodchenko, V. // Mining of Mineral Deposits. – 2023. – №17(2). – P.9–19. <https://doi.org/10.33271/mining17.02.009>