



Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	124 «Системний аналіз», 122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма	Системний аналіз і управління, Системи і методи штучного інтелекту
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити/ 120 годин (36 годин лекції, 18 годин практичні, 66 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Контрольні заходи: – поточний контроль, – календарний контроль – моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, – семестровий контроль: залік.
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська, англійська (для отримання сертифікатів від інших університетів)
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор і автор курсу: професор кафедри ММСА, д.т.н., доцент Недашківська Надія Іванівна, nedashkovskaya.nadezhda@iit.kpi.ua n.nedashkivska@gmail.com Практичні заняття: професор кафедри ММСА, д.т.н., доцент Недашківська Надія Іванівна, nedashkovskaya.nadezhda@iit.kpi.ua n.nedashkivska@gmail.com
Розміщення курсу	Платформа дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom, код курсу trperjt

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- застосовувати сучасні моделі і алгоритми машинного навчання, глибокі нейронні мережі прямого розповсюдження, згорткові мережі, методи регуляризації;
- розв'язувати задачі класифікації, прогнозування та прийняття рішень на основі моделей нейронних мереж вказаних вище класів;
- проектувати архітектуру мереж вказаних вище класів, навчати їх, оцінювати якість їх роботи, використовуючи програмне забезпечення TensorFlow і Keras Python.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

компетентності:

ЗК 01 – здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях,

ЗК 02 – здатність планувати і управляти часом,

ЗК 03 – здатність абстрактно мислити, застосовувати методи аналізу і синтезу,

ЗК 04 – здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність,

ЗК 05 – здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово,

ЗК 07 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел,

ЗК 09 – здатність до адаптації та дії в новій ситуації,

ЗК 10 – здатність системно аналізувати свою професійну і соціальну діяльність, оцінювати накопичений досвід спільно з роботодавцями та академічною спільнотою,

ЗК 11 – здатність генерувати нові ідеї (креативність),

ЗК 12 – здатність працювати в команді та автономно виконувати командні рішення,

ЗК 14 – здатність забезпечувати та оцінювати якість виконуваних робіт,

ЗК 17 – здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності,

ФК 01 – здатність використовувати системний аналіз в якості сучасної міждисциплінарної методології, заснованої на прикладах математичних методів та сучасних інформаційних технологіях, і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем,

ФК 03 – здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів,

ФК 06 – здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних,

ФК 07 – здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем, а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань,

ФК 10 – здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них,

застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного моделювання, технології системного аналізу,

проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах,

розуміти і застосовувати на практиці методи статичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані;

програмні результати навчання:

ПРН 09 – вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень,

ПРН 12 – застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу,

ПРН 13 – проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах,

ПРН 14 – розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати та аналізувати вихідні дані,

ПРН 17 – зберігати та примножувати досягнення і цінності суспільства на основі розуміння місця предметної області у загальній системі знань

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

При вивченні дисципліни використовуються знання дисциплін «Математичний аналіз», «Алгебра і геометрія», «Математична логіка і теорія алгоритмів», «Дискретна математика (розділ «Теорія графів»)», «Теорія ймовірностей», «Програмування та алгоритмічні мови», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Практичний курс іноземної мови», «Чисельні методи», «Функціональний аналіз», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Математична статистика», «Інтелектуальний аналіз даних».

Знання, набуті при вивченні цієї дисципліни, використовуються при опануванні дисциплін «Методи і технології інтелектуального аналізу даних», «Інтелектуальний аналіз великих сховищ даних», в дипломному проектуванні, у практичній самостійній роботі випускника в галузі аналізу даних під час аналізу великих і надвеликих баз даних, при побудові прогнозів на основі статистичних даних, при розробці корпоративних інформаційно-аналітичних систем в державних і приватних управлінських структурах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Тема 1. Вступ до інтелектуальних систем.

Тема 2. Метод аналізу ієрархій (Analytic Hierarchy Process) для інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

Тема 3. П'ять методів навчання: на основі коригування помилок, пам'яті, конкурентного, Хебба, Больцмана.

Розділ 1. Глибокі нейронні мережі прямого розповсюдження сигналу

Тема 4. Класичний і сучасні перцептрони.

Тема 5. Навчання градієнтними методами: найшвидшого спуску GD, стохастичного градієнтного спуску SGD. Пакетний і міні-пакетний mini-batch GD алгоритми.

Тема 6. Алгоритм LMS мінімізації середньоквадратичної помилки.

Тема 7. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки Back Propagation.

Тема 8. Проектування архітектури нейронної мережі. Скриті і вихідні шари нейронної мережі. Властивості універсальної апроксимації і глибина мережі.

Тема 9. Реалізація глибокої нейронної мережі прямого розповсюдження сигналу з нуля в NumPy Python.

Розділ 2. Механіка TensorFlow Python

Тема 10. Граф обчислень і диференціювання на ньому. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow Python. Навчання регресійної моделі градієнтними методами в TensorFlow.

Тема 11. Основи API Keras (tf.keras). Використання tf.data – API Dataset та декораторів функцій. Створення власного класу, використовуючи tf.Module або tf.keras.Model.

Тема 12. Оцінщики TensorFlow. Класифікація зображень MNIST моделями глибоких нейронних мереж прямого розповсюдження сигналу в TensorFlow Python.

Розділ 3. Оптимізація в навчанні глибоких моделей

Тема 13. Проблеми оптимізації глибоких моделей: погана обумовленість, локальні мінімуми, плато, довгострокові залежності та інші. Методи ініціалізації ваг: Ксав'є і Хе. Нормалізація за міні-батчами.

Тема 14. Градієнтні методи з адаптивною швидкістю навчання: AdaGrad, Adadelta, Adam.

Тема 15. Методи другого порядку: Ньютона, Гауса-Ньютона, спряжених градієнтів, квазіньютонівські (зокрема LBFGS).

Тема 16. Стратегії оптимізації і метаалгоритми: нормування на основі міні-батчів, покоординатний спуск, усереднення Поляка. Проектування моделей з урахуванням простоти оптимізації.

Розділ 4. Згорткові нейронні мережі

Тема 17. Поняття згорткової нейронної мережі. Операції згортки і субдискретизації, їх властивості. Ефективні алгоритми згортки.

Тема 18. Навчання згорткової нейронної мережі. Робота з множинними входами і кольоровими каналами. Побудова моделі згорткової нейронної мережі для класифікації зображень в TensorFlow.

Тема 19. Глибокі моделі згорткових мереж: LeNet, AlexNet, VGG, GoogleNet та інші. Залишкове навчання, архітектура ResNet. Технологія передачі знань (Transfer learning).

Розділ 5. Методи аналізу ієрархій і мереж для підтримки прийняття рішень

Тема 20. Ієрархічні та мережеві моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Слабо структуровані задачі багатокритеріального вибору та оцінювання альтернатив рішень, розподілу ресурсів, рейтингування, оцінювання ризиків, вибору методу прогнозування.

Тема 21. Метод парних порівнянь оцінювання ієрархій та мереж ППР з використанням оцінок експертів. Методи розрахунку локальних ваг елементів ієрархії ППР: EM, RGMM, AN, оптимізаційні моделі.

Тема 22. Методи оцінювання і підвищення узгодженості експертних оцінок парних порівнянь.

Тема 23. Методи розрахунку глобальних ваг елементів ієрархічної моделі ППР. Методи агрегування ваг.

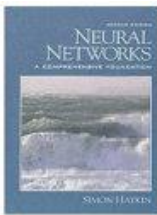
Тема 24. Вибір моделі ІАД і машинного навчання методом аналізу ієрархій.

Напрямки розвитку та перспективи подальших досліджень в області інтелектуальних систем, ІАД та машинного навчання. Невирішені проблеми.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Н.І. Недашківська. Дистанційний курс «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Системний аналіз і управління» розміщений на платформі дистанційного навчання «Сікорський», код курсу **тпнерпjt**.
2. Н.І. Недашківська. *Методи і моделі інтелектуального аналізу даних: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньої програми «Системи і методи штучного інтелекту» / Н. І. Недашківська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 70 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53764>*
3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. *Deep Learning. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2017. <https://www.deeplearningbook.org/>*
4. Simon S. Haykin. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall, 1999. 842 p.*



5. Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. *Python Machine Learning. Third Edition. Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2. Packt Publishing, 2019. <https://github.com/rasbt/python-machine-learning-book-3rd-edition>*
6. Н.І. Недашківська. *Методологія та інструментарій підтримки прийняття рішень на основі ієрархічних та мережевих моделей : дис. ... д-ра техн. наук. : 01.05.04 – системний аналіз і теорія оптимальних рішень / Недашківська Надія Іванівна. – Київ, 2018. – 407 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25119>*

Додаткова література

7. Scikit-Learn Documentation. Режим доступу: <https://scikit-learn.org/>, 2024.
8. TensorFlow Documentation. Режим доступу: <https://www.tensorflow.org>, 2024.
9. Keras Documentation. Режим доступу: <https://keras.io>, 2024.
10. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. *Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 372 с. В бібліотеці НТУУ «КПІ ім.Ігоря Сікорського» <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0BzSaMxusr24HQmxCbUc3dVdJN00?resourcekey=0-0OJLdHmcPqlzZTWejICfHA>*
11. Nedashkovskaya N.I. *Estimation of the Accuracy of Methods for Calculating Interval Weight Vectors based on Interval Multiplicative Preference Relations. 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), що входить до наукометричних баз SCOPUS та ін., <https://ieeexplore.ieee.org/document/9922977>*
12. Nedashkovskaya N. I. *Method for weights calculation based on interval multiplicative pairwise comparison matrix in decision-making models // Radio Electronics, Computer Science, Control. 2022. No 3, p. 155 –167, <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-3-15>, що входить до наукометричних баз Web of Science та ін. <http://ric.zntu.edu.ua/article/view/265892>*

13. Недашківська Н.І., Лупаненко С.О. Порівняльний аналіз моделей машинного навчання для прогнозування поширення коронавірусу COVID-19 в різних країнах. Електронне моделювання. 2020. Т. 42. No. 5, с.51 – 65, <https://doi.org/10.15407/emodel.42.05.051>
14. Недашківська Н.І. Оцінювання чутливості результатів задачі управління ланцюгами поставок на основі ієрархічної та мережевої моделей підтримки прийняття рішень. KPI Science News, 2020, No4, с.26 – 34. <http://scinews.kpi.ua/article/view/226981>
15. Недашківська Н.І. Управління ланцюгами поставок на основі ієрархічної моделі підтримки прийняття рішень. KPI Science News, 2019, No4, с.24 – 34. <http://scinews.kpi.ua/article/view/180735>

Використовується сучасне комп'ютерне та мультимедійне обладнання, платформа дистанційного навчання «Сікорський».

Для виконання практичних робіт використовується open-source програмне забезпечення Python (<https://www.python.org/>), Scikit-Learn 1.2.1 – open source, commercially usable – BSD license (<https://scikit-learn.org/>), TensorFlow v.2.11.0 – Apache-2.0 license (<https://www.tensorflow.org/>), Keras – Apache-2.0 license (<https://keras.io>)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Вступ до машинного навчання (МН). Задачі МН з учителем і без учителя. Перехресна перевірка моделі. Компроміс між систематичною помилкою та дисперсією. Перенавчання моделі. Метрики оцінювання якості моделей регресії та класифікації. [1 – 5]

Лекція 2. Лекція 3. Вступ до нейронних мереж. Модель нейрона МакКаллока і Пітса. Перцептрон Розенблатта. Функції активації в сучасних моделях нейронних мереж. [1 – 4]

Оцінки максимальної правдоподібності. Байєсівський підхід до МН. [1, 3]

Лекція 3. Моделі навчання: на основі коригування помилок, пам'яті, конкурентного, Хебба, Больцмана. [1]

Лекція 4. Навчання градієнтними методами: найшвидшого спуску, стохастичного градієнтного спуску. Пакетний і міні-пакетний алгоритми. Проблема вибору параметра швидкості навчання. [1 – 4, 8 – 10]

Лекція 5. Метод LMS мінімізації середньоквадратичної помилки. [1]

Лекція 6. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки (back propagation). [1 – 4]

Лекція 7. Реалізація глибокої нейронної мережі прямого розповсюдження сигналу в TensorFlow з нуля. [1, 2, 4, 6, 8 – 10]

Лекція 8. Граф обчислень і диференціювання на ньому. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow Python. [1, 2, 4, 6, 8 – 10]

Лекція 9. Механіка TensorFlow 2 і Keras. Класифікація зображень MNIST моделями глибоких нейронних мереж прямого розповсюдження сигналу. [1 – 4, 6, 7, 8 – 10]

Лекція 10. Проектування архітектури нейронної мережі. Функції втрат для класифікації. Скриті і вихідні шари нейронної мережі. Властивості універсальної апроксимації і глибина мережі. [1, 3]

Лекція 11. Штрафи за нормою параметрів. Робастність відносно шуму. [1, 3]

Лекція 12. Проблеми оптимізації нейронних мереж: погана обумовленість, локальні мінімуми, плато, довгострокові залежності та інші. Методи ініціалізації ваг: Ксав'є і Хе. Нормалізація за міні-батчами. [1 – 4, 6, 7, 8 – 10]

Лекція 13. Градієнтні методи з адаптивною швидкістю навчання: AdaGrad, Adadelta, RMSProp, Adam. Вибір алгоритму оптимізації. Реалізація в TensorFlow 2 і Keras. [1, 3, 6, 7, 8 – 10]

Лекція 14. Методи другого порядку: Ньютона, Гауса-Ньютона, спряжених градієнтів, квазіньютонівські (зокрема LBFGS). [1]

Лекція 15. Поняття згорткової нейронної мережі. Операції згортки і субдискретизації, їх властивості. [1 – 4, 6, 7, 8 – 10]

Лекція 16. Ефективні алгоритми згортки. Робота з множинними входами і кольоровими каналами. [1 – 4]

Лекція 17. Класифікація кольорових зображень з використанням згорткової нейронної мережі в TensorFlow 2 і Keras. [1 – 4, 6, 7, 8 – 10]

Лекція 18. Глибокі моделі згорткових мереж: LeNet, AlexNet, GoogleNet, VGG16. Залишкове навчання, архітектура ResNet. Технологія передачі знань (Transfer learning).

Напрямки розвитку та перспективи подальших досліджень. Невирішені проблеми.

Практичні / лабораторні роботи

Метою практичних/ лабораторних робіт є закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, отримання практичних навичок створення і навчання моделей нейронних мереж в бібліотеці TensorFlow. В результаті виконання робіт студенти отримують практичні навички проектування архітектури багатoshарових нейронних мереж прямого розповсюдження, навчання таких мереж градієнтними методами з адаптивною швидкістю навчання, регуляризації моделей нейронних мереж, використання сучасних підходів до ініціалізації ваг, дропауту і нормалізації за міні-батчами, методів оптимізації в навчанні глибоких моделей, застосовувати ці методи, вміти будувати і навчати згорткові нейронні мережі, використовувати технологію передачі знань (transfer learning).

№ з/п	Назва роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження збіжності градієнтних алгоритмів навчання засобами Python.	4
2	Реалізація багатoshарового перцептрона для класифікації зображень MNIST в Python з нуля засобами NumPy. Алгоритм back propagation.	2
3	Навчання регресійної моделі градієнтними методами в TensorFlow Python. Основи API Keras (tf.keras). Використання tf.data – API Dataset та декораторів функцій. Створення власного класу, використовуючи tf.Module або tf.keras.Model.	4
4	Побудова моделі згорткових нейронних мереж для класифікації зображень в TensorFlow. Порівняння з результатами на основі моделі MLP.	4

5	Технологія передачі знань (<i>transfer learning</i>). Класифікація кольорових зображень з використанням попередньо навчених згорткових нейронних мереж в TensorFlow.	4
---	---	---

Для виконання практичних робіт використовується open-source програмне забезпечення Python (<https://www.python.org/>), Scikit-Learn 1.2.1 – open source, commercially usable – BSD license (<https://scikit-learn.org/>), TensorFlow v.2.11.0 – Apache-2.0 license (<https://www.tensorflow.org>), Keras – Apache-2.0 license (<https://keras.io>)

Для виконання практичних робіт (комп'ютерного практикуму) студентам пропонується формувати команди, що дозволяє студентам додатково тренувати власні soft-skills.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає підготовку до практичних/ лабораторних робіт, підготовку до модульної контрольної роботи, в тому числі опрацювання окремих частин наступних тем:

1. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow. [1, 2, 4, 6, 8 – 10]
2. Реалізація глибокої нейронної мережі прямого розповсюдження сигналу в TensorFlow з нуля. [1, 2, 4, 6, 8 – 10]
3. Класифікація зображень MNIST моделями глибоких нейронних мереж прямого розповсюдження сигналу в TensorFlow 2 і Keras. [1 – 4, 6, 7, 8 – 10]
4. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки (*back propagation*). [1 – 4]
5. Регуляризовані моделі: гребнева регресія, лассо-регресія. Рання зупинка. [3, 8 – 10]
6. Зв'язування і розділення параметрів. Розріджені представлення. Проріджування (дропаут). [3, 8 – 10]
7. Стратегії оптимізації і метаалгоритми: нормування на основі міні-батчів, покоординатний спуск, усереднення Поляка. Проектування моделей з урахуванням простоти оптимізації. [3, 8 – 10]
8. Методи оптимізації другого порядку: Ньютона, Гауса-Ньютона, спряжених градієнтів, квазіньютонівські. [1, 3]
9. Глибокі моделі згорткових мереж: Inception v.2, Xception, ResNet50, 150, MobileNet. Застосування до різних задач класифікації зображень та розпізнавання.
10. Ієрархічні та мережеві моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Слабо структуровані задачі багатокритеріального вибору та оцінювання альтернатив рішень, розподілу ресурсів, рейтингування, оцінювання ризиків, вибору методу прогнозування.
11. Метод парних порівнянь оцінювання ієрархій та мереж ППР з використанням оцінок експертів. Методи розрахунку локальних ваг елементів ієрархії ППР: EM, RGMM, AN, оптимізаційні моделі.
12. Методи оцінювання і підвищення узгодженості експертних оцінок парних порівнянь.
13. Методи розрахунку глобальних ваг елементів ієрархічної моделі ППР. Методи агрегування ваг.
14. Вибір моделі ІАД і машинного навчання методом аналізу ієрархій.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять. Очікується, що студент відвідуватиме кожне аудиторне заняття, робитиме це вчасно, без запізнь. У разі особливих обставин студент, за узгодженням з викладачем, може бути відсутнім на занятті, але це не може бути систематично.

Правила поведінки на заняттях. На заняттях передбачається активність студентів, пов'язана з навчальним процесом, включення в інтерактивні форми та методи навчання.

Під час виконання лабораторних/практичних завдань, окрім наявного в аудиторії обладнання, студент може користуватися власним ноутбуком.

Правила виконання і захисту практичних/ лабораторних робіт. До захисту роботи допускаються студенти, які правильно виконали лабораторне/практичне завдання. Захист проходить у форматі індивідуального спілкування студента з викладачем по тематиці роботи та письмового виконання завдання.

Пропущені контрольні заходи оцінювання. Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи. Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів. За узгодженням з викладачем студент може зробити доповідь по темі, релевантній дисципліні, виконувати додаткові завдання. Заохоченням до подібної успішної роботи є додаткові рейтингові бали загальним обсягом до 10% від максимального рейтингового балу шкали оцінювання. Кількість та правила нарахування балів узгоджується викладачем у кожному окремому випадку.

Політика дедлайнів та перескладань. Студент, який з будь-яких причин не зміг вчасно виконати та захистити лабораторну/практичну роботу, може це зробити на наступних заняттях за умови доступності обладнання та часу у викладачів. Під час виконання та захисту лабораторних/практичних робіт пріоритет надається студентам, які виконують завдання згідно календарного плану. Виконання та/або захист лабораторної/практичної роботи після відведеного на неї строку призводить до зниження максимального балу, який студент може отримати за цей вид роботи. Допуск до перескладання заходів семестрового контролю та самі перескладання здійснюються згідно правил Університету у терміни, визначені Університетом.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного.

Політика щодо академічної доброчесності. 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>. У разі виявлення порушення академічної доброчесності результати роботи студента, які стосуються недоброчесності, анулюються.

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>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

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

Поточний контроль: виконання та захист 5 практичних робіт та виконання модульної контрольної роботи, участь в опитуваннях на лекціях.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 40 балів.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з навчальної дисципліни складається з балів, які він отримує за результатами поточного контролю (max 100):

- 1) виконання та захист 5 практичних робіт;
- 2) виконання модульної контрольної роботи у двох частинах;
- 3) участь в опитуваннях на лекціях.

1. Практичні роботи. Упродовж семестру студент має виконати 5 практичних робіт (ПР).

Рейтингова оцінка кожної ПР складається з 2 частин, які оцінюються окремо.

Критерії оцінювання

а. Якість підготовки до роботи, її виконання та оформлення звіту.

- за умови правильно оформленого звіту з точним виконанням завдання ЛР – 6,5-7 балів;
- за наявності несуттєвих неточностей в оформленні або процедурі виконання ЛР – 5-6 балів;
- за наявності порушень в оформленні, неповного або неточного виконання – 3-4 бали;
- завдання не виконано, незадовільна відповідь – 0-2 бали.

б. Якість захисту матеріалу. В цій частині оцінюється ступінь володіння теоретичним і практичним матеріалом за темою роботи.

- відмінне володіння матеріалом – 6,5-7 балів;
- добре володіння матеріалом – 5-6 балів;
- задовільне володіння матеріалом – 4 бали;
- незадовільна відповідь – 0-2 бали.

	№ роботи				
	1	2	3	4	5
Строк здачі та захисту роботи	27.02	13.03	27.03	24.04	22.05

За несвоєчасну подачу звіту з ЛР та несвоєчасний захист ПР (пізніше встановленого строку без поважної причини) можуть бути нараховані штрафні бали: мінус 0.3 бали за кожний тиждень запізнення. Штрафні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не може перевищувати 10% рейтингової шкали, тобто 10 балів.

Максимальна кількість балів за всі ПР дорівнює: $5 \cdot 14 = 70$ балів.

2. Модульна контрольна робота. Модульна контрольна робота складається з двох частин – КР-1 і КР-2. Кожна КР містить два теоретичні питання і задачу.

Критерії оцінювання

Оцінки за теоретичні питання визначаються за шкалою:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 4,75 - 5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 4 - 4,5 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 - 3,5 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0-2 бали.

Оцінки за задачі визначаються за шкалою:

- завдання виконано правильно – 4,5-5 балів;
- завдання виконано з незначними помилками або неточностями – 4 бали;
- завдання виконано не повністю або з суттєвими помилками – 3 бали;
- завдання не виконано – 0-2 бали.

	КР – 1	КР – 2
Дата проведення	13.03	15.05

Максимальна кількість балів за дві частини модульної КР складає 25 балів.

3. Максимальна кількість балів за участь в опитуваннях на лекціях складає 5 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів станом на 21.03 «ідеальний студент» має набрати 43 бали. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $43/2 = 22$ бали.

За результатами 13 тижнів навчання станом на 10.05 «ідеальний студент» має набрати 86 балів. На другій атестації (14-й тиждень, 10.05) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $86/2 = 43$ бали.

Максимальна сума балів за роботу в семестрі складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є отримання рейтингу 40 балів і вище. Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку **без додаткових випробувань** («автоматом»).

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також ті студенти, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому оцінки за КР-1 і КР-2 скасовуються, а всі інші оцінки з дисципліни зберігаються. Оцінка за залікову контрольну роботу додається до оцінок за практикуми та опитування на лекціях, і ця сумарна оцінка є остаточною.

Завдання залікової контрольної роботи складається з двох теоретичних питань і двох практичних завдань різних розділів робочої програми.

Критерії оцінювання

Кожне теоретичне і практичне питання залікової контрольної роботи оцінюється у 6,25 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 5,9 - 6,25 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 4,6 - 5,9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 3,75 - 4,6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 - 2 бали.

Максимальна кількість балів за залікову контрольну роботу складає 25 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю (менше 40)	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни за попереднім узгодженням з викладачем можуть бути зараховані з додатковими 5 балами до загального рейтингу студента.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри математичних методів системного аналізу, д.т.н., доцентом Недашківською Надією Іванівною

Ухвалено кафедрою ММСА НН ІПСА (протокол № 3 від 08.10.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 2 від 09.10.2025)