

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра системного аналізу і управління



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Желдак Т.А. 
« 16 » вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичні методи системного аналізу»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність.....	124 Системний аналіз
Рівень вищої освіти.....	третій (освітньо-науковий)
Освітня програма	«Системний аналіз»
Статус.....	обов'язкова
Загальний обсяг	6 кредитів ЄКТС (180 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	1, 2 семестр (1 – 4 чверті)
Мова викладання	українська

Викладач: к.ф.-м.н., проф. каф. САУ Ус Світлана Альбертівна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи системного аналізу» для здобувачів ступеня доктора філософії освітньо-наукової програми «Системний аналіз» за спеціальністю 124 Системний аналіз / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», каф. САУ. – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 16 с.

Розробник: Ус Світлана Альбертівна – доцент, кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри системного аналізу та управління.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 124 Системний аналіз (протокол № 7 від 16 вересня 2024).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	6
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	8
6.1 Шкали.....	8
6.2 Засоби та процедури	8
6.3 Критерії.....	10
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	13
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі «Системний аналіз» спеціальності 124 «Системний аналіз» здійснено розподіл результатів навчання (РН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф1 «Математичні методи системного аналізу» віднесено такі результати навчання:

РН02	Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
РН03	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні, інформаційні і комп'ютерні моделі процесів та складних систем з невизначеністю, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в у сфері системного аналізу та дотичних міждисциплінарних напрямках
РН06	Глибоко розуміти загальні принципи та методи системного аналізу, застосовувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.
РН10	Застосовувати методи аналізу даних великого обсягу та складної структури, зокрема технології інтелектуального аналізу даних.
РН11	Розв'язувати слабо структуровані проблеми з використанням методології системного аналізу.
РН12	Вміти планувати розвиток складних систем на стратегічному й тактичному рівнях, виходячи із аналізу зарубіжного досвіду, оцінки ресурсного забезпечення та застосування інформаційних технологій.

Мета дисципліни: формування у здобувачів вищої освіти компетентностей щодо застосування сучасних методів системного аналізу і програмних засобів для розв'язання практичних, наукових та інноваційних завдань в галузі інформаційних технологій.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН02	ПР02.1-Ф1	Визначати ключові проблеми та формулювати гіпотези для дослідження складних систем.
	ПР02.2-Ф1	Використовувати аналітичні та обчислювальні методи для перевірки сформульованих гіпотез. Проводити статистичні тести, моделювання та експериментальні дослідження для підтвердження або спростування гіпотез.
	ПР02.3-Ф1	Здійснювати математичне та комп'ютерне моделювання й симуляцію для отримання кількісних та якісних характеристик складних систем.
	ПР02.4-Ф1	Аналізувати результати експериментальних досліджень із використанням методів статистики, оптимізації та теорії прийняття рішень.

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН03	ПР03.1-Ф1	Розробляти математичні моделі складних систем та застосовувати методи оцінювання їх адекватності та стійкості у різних сценаріях невизначеності.
	ПР03.2-Ф1	Використовувати методи оптимізації, машинного навчання та еволюційні алгоритми для розв'язання задач системного аналізу в умовах неповної або неточної інформації.
РН06	ПР06.1-Ф1	Розуміти специфіку складних систем як об'єкта управління та необхідність прийняття зважених комплексних рішень з урахуванням непрямих наслідків та можливої контрінтуїтивної поведінки системи.
	ПР06.2-Ф1	Критично оцінювати та застосовувати загальні принципи та методи системного аналізу для моделювання та дослідження складних систем, враховуючи міждисциплінарні напрямки.
	ПР06.3-Ф1	Формувати наукову методологію дослідження на основі системного аналізу, включаючи формулювання задач, вибір методів, обґрунтування результатів.
РН10	ПР10.1-Ф1	Будувати математичні моделі для обробки та аналізу великих даних, враховуючи їхню складну структуру та невизначеність.
	ПР10.2-Ф1	Використовувати методи лінійної та нелінійної алгебри, статистики, теорії ймовірностей, диференціальних рівнянь та оптимізації для формального представлення та дослідження багатовимірних даних.
	ПР10.3-Ф1	Використовувати методи машинного навчання, нейронних мереж, кластеризації, асоціативного аналізу та зниження розмірності для виявлення закономірностей у великих масивах даних.
	ПР10.4-Ф1	Аналізувати та прогнозувати поведінку складних систем на основі методів Data Mining, Deep Learning та Bayesian Inference
	ПР10.5-Ф1	Використовувати сучасні програмні засоби та алгоритми для роботи з великими даними, зокрема Python (NumPy, Pandas, Scikit-learn), SQL та ін
	ПР10.6-Ф1	Розробляти та реалізовувати ефективні методи візуалізації багатовимірних даних для інтерпретації результатів системного аналізу та прийняття рішень.
РН11	ПР11.1-Ф1	Визначати ключові характеристики слабо структурованих систем та описувати їх у вигляді математичних моделей.
	ПР11.2-Ф1	Розробляти когнітивні моделі та досліджувати їх. Використовувати теорію стійкості для дослідження ситуації за допомогою когнітивних моделей.
	ПР11.3-Ф1	Знати, розуміти та застосовувати методи експертного оцінювання у багатокритерійних задачах прийняття рішень.
РН12	ПР12.1-Ф1	Формалізувати процеси управління та розвитку складних систем за допомогою математичних методів, зокрема динамічного програмування, теорії ігор, системної динаміки та оптимізаційних моделей.
	ПР12.2-Ф1	Використовувати методи прогнозування, сценарного аналізу та оцінки ризиків для розробки стратегій розвитку систем в умовах невизначеності із застосуванням інформаційних технологій.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Математичні методи системного аналізу» викладається у першому та другому семестрі відповідно до навчального плану. Успішне засвоєння даної дисципліни потребує базової підготовки магістра в галузі знань 12 Інформаційні технології.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години					
	денна			заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	180	60	120			
практичні						
лабораторні	-	-	-			
семінари	-	-	-			
РАЗОМ	180	60	120			

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	180
ПР02.1-Ф1 ПР02.3-Ф1 ПР06.1-Ф1 ПР06.2-Ф1	Тема 1. Основи системного мислення. Системний підхід в економіці, екології, управлінні. Загальні принципи та методи системного аналізу. Формулювання гіпотез і перевірка їх на основі математичних моделей. Використання теоретичних та експериментальних даних у дослідженнях	16
ПР03.1-Ф1 ПР11.2-Ф1	Тема 2. Проблема розкриття невизначеності в задачах системного аналізу Типи невизначеності. Причини виникнення невизначеності. Методи її формалізації та розкриття.	16
ПР03.1-Ф1 ПР03.2-Ф1	Тема 3. Невизначеність цілі. Методи прийняття рішень при наявності багатьох критеріїв Методи експертного оцінювання. Методи багатокритерійної оптимізації.	16
ПР02.2-Ф1 ПР03.2-Ф1	Тема 4. Методи експертного оцінювання в задачах системного аналізу Основні задачі експертного оцінювання. Математичне забезпечення задач експертного оцінювання. Алгоритми ранжування об'єктів. Методи визначення вагових коефіцієнтів. Методи оцінювання компетентності експертів.	16

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ПР02.3-Ф1 ПР11.3-Ф1	Тема 5. Когнітивне моделювання і когнітивний аналіз Зважені орграфи як засіб моделювання складних систем. Імпульсні процеси. Стійкість імпульсних процесів. Застосування теорії стійкості.	16
ПР02.3-Ф1 ПР06.3-Ф1 ПР12.1-Ф1 ПР12.2-Ф1	Тема 6 Моделі системної динаміки і агентне моделювання. Особливості прийняття рішень у динамічно складному середовищі. Причинно-наслідкові діаграми як засіб якісного аналізу складних систем. Типи нелінійної поведінки складних систем. Агентне моделювання й системна динаміка. Порівняльний аналіз.	16
ПР02.3-Ф1 ПР12.1-Ф1 ПР12.2-Ф1	Тема 7. Моделі нелінійної динаміки. Динамічні системи та закони їх еволюції. Приклади динамічних систем. Типи динамічних моделей. Поняття стійкості динамічної системи. Біфуркація. Аналітичні методи дослідження нелінійної динаміки складних систем.	16
ПР02.2-Ф1 ПР02.4-Ф1 ПР10.2-Ф1	Тема 8. Методи оброблення та аналізу експериментальних даних Перевірка експериментальних даних. Методи статистичного аналізу. Аналіз статистичних характеристик та виявлення закономірностей. Технології Data Mining.	16
ПР02.4-Ф1 ПР06.2-Ф1 ПР10.1-Ф1	Тема 9. Обробка та аналіз великих даних Робота з бібліотеками Python для обробки великих обсягів даних. Використання методів машинного навчання для класифікації та кластеризації даних. Візуалізація багатовимірних даних.	18
ПР03.1-Ф1 ПР03.2-Ф1 ПР06.1-Ф1 ПР11.2-Ф1	Тема 10. Стратегічне планування розвитку складних систем Формування стратегій розвитку на основі системного аналізу. Методи багатокритеріального аналізу та оптимального керування. Аналіз зарубіжного досвіду планування складних систем. Побудова моделей стратегічного розвитку. Оцінка ресурсного забезпечення та аналіз впливу зовнішніх факторів. Використання методів системної динаміки та когнітивного аналізу для стратегічного прогнозування. Побудова моделей сталого розвитку та оцінка екологічних ризиків.	16

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ПР10.4-Ф1 ПР012.2-Ф1	Тема 11. Застосування комп'ютерних технологій у системному аналізі Використання програмних засобів для моделювання складних систем. Використання GIS-технологій для аналізу просторових даних. Автоматизовані системи підтримки прийняття рішень. Використання симуляційного моделювання для оцінки ефективності управлінських рішень	18

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання та сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача ступеня доктор філософії за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності здобувача за вимогами НРК.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час контрольних заходів	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час диференційованого заліку/екзамену за бажанням здобувача ступеня доктор філософії

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач ступеня доктор філософії під час заліку/екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ступеня доктора філософії ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують його дії для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
♦ концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення аспіранта про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики; ◆ започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності; ◆ критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей 	Відповідь характеризує уміння/навички: <ul style="list-style-type: none"> - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому; ◆ використання академічної української та іноземної мови у професійній 	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; 	95-100

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
діяльності та дослідженнях	- доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності; ◆ здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення 	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономії та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономії та відповідальності незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: MS Office

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Верес О. М. Класифікація методів аналізу великих даних / О. М. Верес, Р. М. Оливко // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія : Інформаційні системи та мережі. - 2017. - № 872. - С. 84-92. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPICM_2017_872_12
2. Глибовець А.М., Глибовець М.М., Гороховський С.С., Сидоренко М.О. Програмні агенти. // М. – К.: НаУКМА, 2013, – 204 с.
3. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень : монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. - К. : Маклаут, 2008. – 444 с.
4. Гороховатський В.О., Творошенко І.С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2021. 92 с.
5. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.
6. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі : навч. підруч. для бакалаврів, магістрів і докторантів. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 280 с.
7. Кузьміна О. В. Візуалізація як потужний інструмент обробки великих даних. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес, 2023», 342.
8. Кушнір О. К., Чаплінський В. Р. Статистичні методи аналізу великих даних. Modern Economics. 2023. № 39(2023). С. 75-81. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V39\(2023\)-11](https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-11).
9. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку / О.В. Трифонова, Л.В.Тимошенко, С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с.

10. Моделювання сталого розвитку: навч. посіб. / С.А. Ус., Л. Л. Палехова. – Дніпро : НТУ «Дніпровська Політехніка», 2024. – 160 с.
11. Муляр В. Візуалізація даних та інфографіка. Харків : ФОП Панов А. М, 2020. 200 с.
12. Стале споживання та виробництво у глобальних ланцюгах створення вартості : монографія. За заг. ред. А. В. Павличенка та Л. Л. Палехової. Дніпро-Дрезден, 2024. – 245 с.
13. Субботін С. О., Олійник А. О., Олійник О. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / Під заг. ред. С. О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
14. Харченко В. Основи машинного навчання. Суми : Сум. держ. університет, 2023. 264 с.
15. Яловець, А.Л. Мультиагентне моделювання пересування на площині: від теорії до програмної реалізації: монографія, - Київ: Наукова думка, 2019, 166 с.
16. Abdalla H. B. A brief survey on big data: technologies, terminologies and data-intensive applications. Journal of Big Data volume. 2022. Vol. 9. 9.
17. Data mining. Mining of massive datasets. 2020. P. 1–19. URL: <http://www.mmds.org/> (date of access: 25.03.2025).
18. Data Mining and Data Warehousing: Principles and Practical Techniques. Front Cover · Parteek Bhatia. Cambridge University Press, 2019. 513 p.
19. McKinney W. Python for data analysis. O'Reilly Media, Incorporated, 2022. URL: <https://wesmckinney.com/book/>.
20. Miller J. D. Big data visualization. Packt Publishing - ebooks Account, 2017. 304 p.
21. Ong C. S., Deisenroth M. P., Faisal A. A. Mathematics for machine learning. Cambridge University Press, 2020. URL: <https://mml-book.github.io/>

Додаткові

1. Гладун А. Я., Рагушина Ю. В. Data Mining: пошук знань в даних. К.: ТОВ «ВД «АДЕФ Україна», 2016. 452 с.
2. Kondruk, N.E., Malyar, M.M. Analysis of Cluster Structures by Different Similarity Measures. Cybernetics and Systems Analysis, 2021. 57. Pp. 436–441. URL: <https://doi.org/10.1007/s10559-021-00368-4>
3. Кондрук Н. Е. Використання мір подібності в методах класифікації. // Науковий вісник Ужгородського університету : серія: Математика і інформатика – Ужгород : Видавництво УжНУ “Говерла”, 2021. Вип. 38, №1. с. 143-148. DOI: [https://doi.org/10.24144/26167700.2021.38\(1\).143-148](https://doi.org/10.24144/26167700.2021.38(1).143-148) Марченко О. О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining. Київ. 2017. 150 с.
4. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування /Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І. та ін. – Х.: ВД "ІНЖЕК", 2008.
5. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. Житомир: О. О. Євенок, 2020. 184 с.

6. Черняк О.І.. Інтелектуальний аналіз даних: Підручник / О.І. Черняк, П.В. Захарченко ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. К. : Знання, 2014. 599 с.

7. North M. Data Mining for the Masses / Matthew North. – Global Text Project, 2012. 264 p.

Інформаційні ресурси:

Репозиторій Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»: <http://ir.nmu.org.ua/>

http://www.znannya.org/?view=ga_general

<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques

A Programmer's Guide to Data Mining. URL: <http://guidetodatamining.com/>

Хмарне середовище Google Colaboratory (<https://colab.research.google.com/>).

Візуалізація кластеризації. Доступно з електронного джерела:

<https://www.naftaliharris.com/blog/visualizing-k-means-clustering/> Stanford

University Data Mining Lecture Notes– 2020. Режим доступу до ресурсу:

<http://infolab.stanford.edu/~ullman/mining/2003.html>.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичні методи системного аналізу»
для здобувачів ступеня доктора філософії
освітньо-наукової програми «Системний аналіз»
зі спеціальності 124 Системний аналіз

Розробник:
Світлана Альбертівна Ус

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19