

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Кафедра «Технічна кібернетика й інформаційні технології
ім. професора Р.В. Меркта»**

Затверджено
НМК ННІ інформаційних технологій
та інноваційного підприємництва
Протокол №10 від 31.08.2026 р.



Голова НМК ННІ ІТІП

Андрій ІВАНОВ

ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи

для здобувачів спеціальності
122 – Комп'ютерні науки
для денної та заочної форми навчання

Методичні вказівки для розрахунково-графічної роботи з освітнього компоненту «Теорія прийняття рішень» розроблено відповідно до освітньої програми «Цифрові технології в торгівлі і підприємництві» та навчального плану 2023 року набору для здобувачів очної (денної) та заочної форм здобуття освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки галузі знань 12 Інформаційні технології кандидатом фізико-математичних наук ***Розум Мариною Валеріївною*** – доцентом кафедри «Кафедра технічної кібернетики й інформаційних технологій імені проф. Р.В. Меркта» Одеського національного морського університету.

Методичні вказівки для розрахунково-графічної роботи з освітнього компоненту «Теорія прийняття рішень» схвалено кафедрою «Кафедра технічної кібернетики й інформаційних технологій імені проф. Р.В. Меркта» ОНМУ (протокол №1 від 20.08.2026 р.)

Рецензент – Малаксіано М.О., д.т.н., професор

ЗМІСТ

Вступ	4
Мета та завдання освітнього компоненту	5
Вимоги до оформлення звіту з РГР	6
Критерії оцінювання результатів виконання РГР	11
Завдання на РГР	12
Теоретична частина	25
Приклад виконання завдання 1	33
Приклад виконання завдання 2	36
Приклад виконання завдання 3	39
Література	43
Додаток А. Зразок титульної сторінки	44
Додаток Б. Зразок оформлення змісту	45

ВСТУП

Програму вивчення нормативного освітнього компонента «Теорія прийняття рішень» розроблено відповідно до освітньої програми «Цифрові технології в торгівлі і підприємництві» та навчального плану 2023 року набору для здобувачів очної (денної) та заочної форм здобуття освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки галузі знань 12 Інформаційні технології.

Освітній компонент «Теорія прийняття рішень» орієнтований на формування у здобувачів вищої освіти навичок використання сучасних, вживаних в практичній діяльності методів розробки та прийняття різного роду рішень, а також уміння самостійно створювати і адаптувати подібні методи до конкретних умов; набуття теоретичних знань і практичних навичок з методів пошуку найефективнішого або найбільш прийняттого способу дії для досягнення однієї чи кількох цілей, а також оволодіння методами і комп'ютерними засобами підтримки прийняття рішень в професійній діяльності.

Предмет дисципліни: закономірності діяльності відповідальних осіб, які приймають рішення, їх організаційні форми, технології і методи, принципи управління і організація праці, сутність і зміст рішень.

Розрахунково-графічна робота (РГР) — це самостійне дослідження студента. Виконуючи РГР студент удосконалює знання та вміння, отримані в процесі вивчення освітнього компоненту «Теорія прийняття рішень», а саме: формулювати проблеми та будувати модель, застосовувати математичні методи та інструментальні засоби, давати обґрунтоване рішення. Працюючи над РГР студент отримує вміння та навички, що будуть корисними в майбутньому при виконанні більш складних завдань (кваліфікаційна робота, наукове дослідження, тощо).

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

Метою освітнього компонента є отримання знання про методи й алгоритми прийняття рішень й формування навичок їх практичного використання у галузі ідентифікації проблем прийняття рішень.

У результаті вивчення освітнього компонента здобувачі повинні здобути:

знання: теоретичних основ вибору альтернатив; основних принципів математичного моделювання та основних способів вирішення багатокритеріальних задач з конкретних галузей природознавства; моделі, методи та алгоритми прийняття рішень за умови багатокритерійності, методом аналітичної ієрархії, в умовах невизначеності та ризику; теорії ігор, класифікації матричних ігор.

вміння: вільно володіти термінологією дисципліни; будувати та реалізувати алгоритми вирішення однокритеріальних і багатокритеріальних задач; будувати та реалізувати алгоритми вирішення задач методом аналітичної ієрархії, в умовах невизначеності та ризику; будувати та реалізувати алгоритми вирішення задач теорії ігор; володіти методами і технологіями обґрунтування прийняття рішення для вирішення завдань природознавства.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З РГР

Основним документом, що свідчить про виконання студентом розрахунково-графічної роботи з освітнього компоненту «Теорія прийняття рішень» є письмовий звіт. Зміст звіту повинен розкривати знання і уміння студента, набуті ним у вирішенні питань, визначених метою і завданням освітнього компоненту. Звіт складається індивідуально кожним студентом.

Структура звіту

Рекомендується наступна послідовність викладення матеріалу в звіті:

1. *Титульна сторінка звіту* (зразок оформлення – Додаток А) - містить інформацію про навчальний заклад, назву теми, дані про виконавця роботи та керівника. Титульний лист не нумерується, проте враховується в загальній нумерації.

2. *Зміст* (зразок оформлення – Додаток Б) - включає: вступ, послідовний перелік розділів, висновки, список використаних джерел з позначенням сторінок їх розміщення. Найменування розділів повинні дослівно відповідати їх заголовкам у тексті.

3. *Вступ* (1 стор.) – характеризує сучасний стан проблеми, задачі, питання, які розробляються в РГР, а також мету роботи. У вступі доцільно обґрунтувати необхідність проведення роботи, вказати галузь можливого використання розроблених добутоків, запропонованих технічних рішень, висновків і рекомендацій.

4. *Основна частина* повинен включати теоретичні і графічні розрахунки, опис і скріншоти моделей, побудованих в MS Excel та на мові Python, аналіз результатів згідно підрозділу цього розділу.

4.1. Властивості бінарних відношень

4.2. Експертне оцінювання методом Дельфі

4.3 Методи багатокритеріальної оптимізації

5. *Висновки* - оцінка результатів, що їх досягнуто під час виконання РГР, у

тому числі їх відповідність вимогам завдання на РГР.

6. *Список посилань* (1 стор.) - завершує текстову частину РГР списком використаних джерел, з якими студент ознайомився в процесі виконання РГР. Відомості про джерела, які включені до списку літератури, необхідно подавати згідно з вимогами державного стандарту ДСТУ 8302:2015. В списку використаних літературних джерел повинно бути не менше 5 джерел. (в тексті роботи зробити посилання на літературні джерела).

Оформлення звіту

Оформлюється звіт за вимогами, які встановлені у інструктивних матеріалах ОНМУ з обов'язковим урахуванням державних стандартів ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання», ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Звіт виконується українською мовою без стилістичних, орфографічних і синтаксичних помилок.

Комп'ютерний набір виконується шрифтом Times New Roman розміром шрифту 14 через 1,5 міжрядкових інтервали. Вирівнювання тексту – по ширині рядка. Текст роботи розміщується на сторінці, яка обмежується полями: ліве – 25 мм., праве – 10 мм., верхнє та нижнє – 20 мм. В тексті основної частини необхідно робити абзаци стандартом 1,25 см.

Звіт друкується з одного боку аркуша білого паперу формату А4.

Зміст містить назви та номери початкових сторінок всіх розділів звіту.

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, ілюстрацій, таблиць, формул, подають арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою звіту є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші, першому аркуші змісту номер сторінки не ставлять, на наступних сторінках номер поставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки. Нумерація сторінок звіту повинна бути наскрізною: перша сторінка – титульний аркуш, друга – зміст і

так далі відповідно до наведених рекомендацій.

Заголовки структурних частин звіту друкують великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці по центру рядка.

Ілюстрації (схеми, графіки) і таблиці необхідно подавати у роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Якщо вони містяться на окремих сторінках звіту, їх включають до загальної нумерації.

Ілюстрації позначають словом Рис. і нумерують послідовно. Номер ілюстрації закінчується крапкою. Після номера йде назва ілюстрації. Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують безпосередньо під ілюстрацією. Посилання на ілюстрації в тексті вказують порядковим номером в дужках, наприклад, (рис. 2).

Таблиці нумерують послідовно. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис «Таблиця» із зазначенням її номерів. Номер таблиці повинен складатися з порядкового номера, в кінці ставиться крапка. Назва таблиці міститься нижче, по центру сторінки. В разі перенесення частини таблиці на наступну сторінку над перенесеною частиною пишуть слова «Продовження табл.» і вказують номер таблиці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово «таблиця» в тексті пишуть скорочено, наприклад: табл. 2. У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації треба вказувати слово «дивись», наприклад, (див. табл. 3).

У таблицях обов'язково зазначається одиниця виміру. Якщо одиниці виміру є однаковими для всіх показників таблиці, вони наводяться у заголовку. Одиниці виміру мають наводитися відповідно до стандартів. Числові величини у таблиці повинні мати однакову кількість десяткових знаків. Заголовки колонок таблиць починаються з великої літери.

Номер формули складається з порядкового номеру. Номери формул пишуться біля правого поля сторінки на рівні відповідної формули в круглих дужках. Пояснення значень символів, числових коефіцієнтів у формулах треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони у ній

подані, і кожне починати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки. Рівняння та формули треба відокремлювати в тексті знизу і зверху інтервалами не менше ніж в один рядок. Якщо рівняння не вміщується в одному рядку, його слід перенести після знака рівності (=) або після знаків плюс, мінус, множення, ділення. Посилання в тексті на формули оформлюють порядковим номером формули, наприклад: у формулі 2.

Оформлення використаних джерел. Список використаних джерел слід розміщувати в порядку посилання на них у тексті за наскрізною нумерацією і відповідно до вимог стандарту ДСТУ 8302:2015. Для автоматичного створення списків літератури за цим стандартом можна використовувати сервіс Grafiati.

Приклади оформлення:

Книги:

Розум М.В. Теорія прийняття рішень. Навчальний посібник для спеціальностей 122 – Комп’ютерні науки, 124 – Системний аналіз, 125 – Кібербезпека та захист інформації (для денної та заочної форм навчання). – Одеса: ОНМУ, 2024. 290 с.

Дякон В.М., Ковальов Л.Є. Моделі і методи теорії прийняття рішень. Підручник. – Київ: АНФ ГРУП, 2013. 604 с.

Розум М.В., Загребнюк В.І., Петренко І.С. Дослідження операцій. Лінійне програмування. Одеса: ОНМУ, 2019. 95с.

Стаття (публікація) в періодичному виданні:

Розум М.В., Ігнат’єва К.М. Інформаційна система підтримки прийняття рішень. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Технічні науки. Херсон: Гельветика, 2025. Вип. 3, С.153-166. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.3.17>

Розум М.В., Бугаєва І.Г. Рішення двохетапної транспортної задачі з використанням бібліотеки PULP мови Python. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2023. No 71. С.207-220. DOI: 10.47049/2226 -1893-2023-4-207-220

Матеріали конференції: Тези доповіді

Розум М.В. Використання штучного інтелекту у вивченні дисципліни «Дослідження операцій». *Адаптивні технології управління навчанням*: збірник матеріалів 11 міжнар. конф. Одеса-Київ, 22-24 жовтня 2025р. / Одеса: Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2025. С.10-11. URL: <https://zenodo.org/records/17481534> (дата звернення: 11.06.2026)

Розум М.В. Транспортна задача з обмеженнями на пропускну спроможність. 75 професорська-викладацька науково-технічна конференція: тези доп., 30 вересня 2022 р. / Одеса, ОНМУ, 2022. – С.271-274.

Електронний ресурс. Сайт

Приклади оформлення посилань за ДСТУ 8302:2015 у списку використаних джерел. *Grafiati*. <https://www.grafiati.com/uk/info/dstu-8302-2015/examples/> (дата звернення: 05.08.2026)

До звіту (файл *.docx) додаються файл з розрахунками в MS EXCEL (*.xlsx) та файл з програмою на python (*.py або *.ipynb).

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РГР

Оцінювання розрахунково-графічної роботи проводиться на основі аналізу наступних факторів:

- правильність виконання розрахункової частини роботи;
- правильність виконання графічної частини роботи;
- оформлення роботи.

Оцінка з РГР входить в загальну суму балів за поточний контроль і складає 10 балів.

Для оцінювання результатів наведена відповідна кількість балів:

- 9-10 балів – робота виконана на високому рівні, повністю відповідає вимогам, містить елементи оригінальності, оформлена відповідно до встановлених вимог, порушення академічної доброчесності не виявлено;
- 6-8 балів – робота якісна, добре структурована, незначні недоліки змістового або технічного характеру, рівень унікальності в межах допустимого порогу;
- 4-5 балів – робота виконана на задовільному рівні, наявні суттєві змістові або оформлювальні недоліки, виявлено низький рівень самостійності виконання;
- 0 балів – робота не відповідає встановленим вимогам, містить грубі помилки, виявлено порушення академічної доброчесності (плагіат, несанкціоноване запозичення тощо).

За розрахунково-графічну роботу студент отримує максимальну кількість балів, якщо робота виконана у відведений строк, з використанням комп'ютерної техніки, акуратно оформлена, містить аналіз отриманих результатів.

У разі затримки виконання на 2 тижні студент отримує 90% від максимальної оцінки, при виконанні РГР із затримкою більш ніж на 2 тижні студент отримує 80% від максимальної оцінки, із затримкою більше місяця – 60% від максимальної оцінки.

ЗАВДАННЯ НА РГР

ЗАВДАННЯ 1. ВЛАСТИВОСТІ БІНАРНИХ ВІДНОШЕНЬ

- Згенерувати множину з 5-6-7 об'єктів. порівняти їх між собою за привабливістю (значущістю, важливістю тощо) методом парних порівнянь. результати порівнянь зведіть у відповідну матрицю попарних порівнянь.
- Визначити порядок привабливості та представити у вигляді ранжування.
- Перевірити матрицю на узгодженість експертних оцінок.
- Зробити висновки.

При умові створення додатку на Python у звіті розміщуються відповідні скріншоти виконання кожного пункту завдання.

Приклади множин: види спорту, марки мобільних телефонів, перелік фірм спортивного взуття, жанри музики, перелік брендів одягу, перелік брендів парфумерії, жанри живопису, перелік предметів, що вивчаються на вашому курсі, перелік заходів, що складають підготовку до спортивних змагань, перелік браузерів, перелік марок мотоциклів, перелік марок автомобілів, перелік соціальних мереж, перелік жанрів кінофільмів, перелік видів танців, перелік музикальних груп. Варіант множини узгодити з керівником РГР.

ЗАВДАННЯ 2. ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ МЕТОДОМ ДЕЛЬФІ

- Розробити анкети для експертного опитування з проблемної ситуації свого варіанту індивідуального завдання. За експертами залишається право доповнити список можливих напрямків.
- Включити в експертне опитування процедуру визначення коефіцієнта компетентності методом самооцінки.
- Сформувати групу експертів та провести експертне оцінювання методом Дельфі.

- Результати експертного оцінювання звести в таблицю.
- За результатами експертного оцінювання вияснити:
 - узагальнену оцінку важливості кожного чинника без та з урахуванням коефіцієнта компетентності експерта;
 - проранжувати всі чинники за ступенем їх важливості;
 - визначити відносні коефіцієнти значимості чинників. зробити перевірку перед тим як робити висновки.

При умові створення додатку на Python у звіті розміщуються відповідні скріншоти виконання кожного пункту завдання.

Варіант 1

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки удосконалення вищої освіти в країні.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі напрямки удосконалення вищої освіти:

1. Поліпшення матеріального забезпечення ВНЗ.
2. Зниження оплати за навчання.
3. Підвищення вимог до абітурієнтів і до оцінки знань студентів.
4. Об'єднання навчання у ВНЗ з роботою на виробництві за фахом.
5. Підвищення заробітної плати викладачам ВНЗ.
6. Підвищення вимог до атестації професорсько-викладацького складу.
7. Притягнення виробничників до читання лекцій і керівництва курсовими і дипломними проєктами.

Варіант 2.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки дослідження кон'юнктури ринку продукції А.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі напрямки дослідження кон'юнктури ринку продукції:

1. Динаміка виробництва даної продукції і її аналогів усередині країни і за кордоном.

2. Вплив науково-технічного прогресу на споживчі властивості і конструкторсько-технологічні параметри продукції.
3. Динаміка навантаження виробничих потужностей і наявність їх резерву на даному підприємстві й інших підприємствах усередині країни і за кордоном.
4. Динаміка поточних витрат виробництва і потреб у капітальних вкладеннях.
5. Динаміка споживання (попиту) продукції і причини її зміни усередині країни і за кордоном.
6. Динаміка поточних витрат і супутніх капітальних вкладень у споживачів продукції, пов'язаних із споживанням цієї продукції.
7. Тенденції науково-технічного прогресу в галузях – споживачах продукції і вплив їх на споживання (попит).

Варіант 3.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки визначення експертного потенціалу.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні показники експертного потенціалу:

1. високий рівень інтелекту;
2. великий досвід роботи;
3. визнання колег;
4. активна наукова діяльність;
5. наявність серйозних публікацій;
6. престижна освіта;
7. високий особистий статус.

Варіант 4.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки підвищення рівня відповідальності державних органів та прозорості.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні низки заходів для підвищення рівня відповідальності державних органів та прозорості:

1. проведення громадських експертиз діяльності органів виконавчої влади;
2. подання запитів на публічну інформацію до органів державної влади з метою отримання суспільно важливої інформації;
3. оскарження незаконних відмов у доступі до інформації до компетентних органів державної влади та до суду;
4. створення «гарячої лінії» для громадських організацій та представників ЗМІ;
5. моніторинг прозорості діяльності органів державної влади;
6. лобіювання та підтримка прогресивних змін і доповнень до чинних нормативно-правових актів;
7. популяризація демократичних стандартів у сфері доступу до інформації через проведення освітніх заходів та публікації у ЗМІ.

Варіант 5.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки використання ІТ студентами.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати пріоритетні напрямки використання ІТ студентами:

1. для презентації матеріалів, тем на заняттях;
2. для розвитку навичок мислення високого рівня;
3. для пошуку інформації, щоб підготувати завдання;
4. для самостійних навчальних досліджень;
5. для спілкування та розваг;
6. для проведення дозвілля, показу фільмів, перегляду фото тощо.

Варіант 6.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки вдосконалення радіоаматорської сфери діяльності.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

1. комп'ютеризація радіопередаючої апаратури;
2. заміщення аналогових видів діяльності цифровими;
3. нові стандарти та розширення діапазону радіоаматорських частот;
4. співпраця зі службами спасіння та пошуку людей, зокрема службою «112»;
5. залучення радіоаматорів до участі у глобальних проектах, наприклад, «Вивчення Місяця»;
6. популяризація радіоаматорства серед молоді шляхом організації радіоаматорських кружків на базі шкіл.

Варіант 7.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оцінювання фахових якостей претендентів на роботу в офісі.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати пріоритетні напрямки оцінки претендентів:

1. вищий навчальний заклад, який закінчив претендент;
2. володіння комп'ютером;
3. володіння іноземною мовою;
4. водіння автомобілю;
5. стаж роботи;
6. віковий ценз.

Варіант 8.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки для вибору побутової техніки споживачами.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати пріоритетні напрямки вибору техніки:

1. ціна;
2. гнучкість розрахунку;
3. простота експлуатації;
4. дизайн;
5. відмовостійкість;
6. країна-виробник

Варіант 9.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки діяльності дитячих громадських організацій.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати пріоритетні напрямки діяльності дитячих громадських організацій:

1. соціально-правовий захист дітей;
2. самоврядування, формування лідерських навичок;
3. надання додаткових знань;
4. проведення благодійних акцій;
5. соціальна робота;
6. патріотичне виховання.

Варіант 10.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні критерії вибору замовника для розробки інформаційної системи.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати пріоритетні критерії вибору замовника для розробки інформаційної системи:

1. пропозиції замовника щодо вартості роботи;
2. репутація замовника;
3. терміни виконання;
4. країна виконавця;

5. можливості фірми щодо виконання роботи.

Варіант 11.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації роботи колл-центру.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі напрямки оптимізації роботи колл-центру:

1. Оновлення архітектури програмного та апаратного забезпечення.
2. Навчання персоналу на спеціальних тренінгах.
3. Використання автоматичної системи інтерактивної взаємодії (IVR) для економії часу.
4. Переведення операторів на online працю.
5. Ведення статистики та бізнес-аналізу.
6. Маршрутизація викликів за їх специфікою.
7. Система заохочень та штрафів для персоналу

Варіант 12.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні за фінансуванням держави напрямки розвитку науки і техніки.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки розвитку науки і техніки:

1. Фундаментальні наукові дослідження.
2. Інформаційні та комунікаційні технології.
3. Енергетика та енергоефективність.
4. Раціональне природокористування.
5. Наука про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань.
6. Нові речовини і матеріали.

Варіант 13.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації соціального захисту громадян.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі напрямки оптимізації соціального захисту громадян:

1. Узгодження соціальної політики з політикою зайнятості, фінансово-економічною та фіскальною політикою.
2. Перегляд наявних пільг і соціальних виплат з метою посилення їх адресності й обґрунтованості.
3. Розширення інфраструктури надання соціальних послуг за місцем проживання.
4. Залучення громадськості до обговорення та участі у визначення державних соціальних стандартів.
5. Приведення державних соціальних стандартів у відповідність із міжнародно-правовими актами .
6. Координація та моніторинг надання тих соціальних послуг, які найбільше відповідають потребам населення конкретної території.

Варіант 14.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації бізнес-процесів.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки оптимізації бізнес-процесів:

1. Скорочення витрат, тривалості та кількості помилок у кожному з проаналізованих процесів.
2. Інтегрування працівників та керівників підприємства зі стратегією компанії та ключовими показниками її ефективності.
3. Ефективне впровадження інформаційних технологій.
4. Поліпшення взаємодії між працівниками та підрозділами підприємства.

5. Зростанні інвестиційної привабливості підприємства
6. Ефективний організаційний редизайн.

Варіант 15.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки вдосконалення інформаційного бізнесу.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки вдосконалення інформаційного бізнесу:

1. Удосконалення механізму правового захисту програмних продуктів як об'єкта інтелектуальної власності.
2. Удосконалення довірчих відносин за розроблення та продажу програмних продуктів, наданні інформаційно-обчислювальних послуг.
3. Запобігання розробленню і поширенню програмних зловживань (вірусні програми).
4. Розроблення механізму електронного документообігу та електронної звітності тощо.
5. Формування інформаційної інфраструктури об'єктів різних рівнів і статусу.
6. Розробка методичних основ оцінювання конкурентоспроможності апаратних і програмних засобів.
7. Формування системи інформаційного маркетингу тощо.

Варіант 16.

За допомогою експертного аналізу визначити суттєві прояви групових ефектів під час спільної колективної діяльності колег.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі прояви групових ефектів під час спільної колективної діяльності:

1. Ефект групового мислення.

2. Ефект конформізму, коли коли фіксується наявність конфлікту між думкою індивіда і думкою групи і подолання цього конфлікту на користь групи.
3. Ефект групового егоїзму, коли цілі групи досягаються за рахунок інтересів усієї спільноти та окремих особистостей групи.
4. Ефект маятника, коли позитивні (негативні) події підвищують (знижують) загальний рівень групової продуктивності.
5. Ефект пульсара: підвищення групової активності під впливом різних стимулів, або ж зниження групової активності за відсутності таких.
6. Ефект хвилі: поширення позитивних ідей, цілей тощо, які не суперечать інтересам групи.
7. Ефект «ми» і «вони»: співучасність, емоційна підтримка членів групи, груповий егоїзм.

Варіант 17.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки удосконалення педагогічного процесу у вищій школі.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки удосконалення педагогічного процесу у вищій школі:

1. Інтеграція науки, освіти і практики.
2. Підвищення науково-теоретичного рівня і зміцнення практичної спрямованості.
3. Вдосконалення підготовки викладачів ВНЗ та їх педагогічної майстерності.
4. Використання сучасних концепцій і методів навчання.
5. Технічне переобладнання педагогічного процесу.
6. Гуманізація та демократизація педагогічного процесу.

Варіант 18.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки інформаційної безпеки корпоративних інформаційних систем.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки удосконалення інформаційної безпеки корпоративних інформаційних систем:

1. Контроль використання зйомних носіїв і запуск додатків.
2. Забезпечення безпеки міжмережевої взаємодії.
3. Криптографічний захист інформації.
4. Управління подіями безпеки.
5. Контроль використання Інтернет-ресурсів і фільтрація веб-трафіку.
6. Захист від поштового спаму.
7. Управління доступом до інформаційних ресурсів корпоративних інформаційних систем.

Варіант 19.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки інноваційної діяльності.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі стратегічні напрямки інноваційної діяльності:

1. Модернізація електростанцій; нові та відновлювальні джерела енергії; новітні ресурсозберігаючі технології.
2. Нанотехнології, мікроелектроніка, інформаційні технології, телекомунікації.
3. Вдосконалення хімічних технологій, розвиток біотехнологій; нові матеріали.
4. Високотехнологічний розвиток сільського господарства і переробної промисловості.
5. Транспортні системи: будівництво і реконструкція.

6. Охорона і оздоровлення людини та навколишнього середовища.
7. Розвиток інноваційної культури суспільства.

Варіант 20.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні за фінансуванням держави напрямки розвитку науки і техніки.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи. Можна запропонувати такі основні напрямки розвитку науки і техніки:

1. Фундаментальні наукові дослідження.
2. Формування демографічної політики, розвиток людського потенціалу.
3. Інформаційні та комунікаційні технології.
4. Новітні ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі.
5. Раціональне природокористування.
6. Нові біотехнології, діагностика і методи лікування найпоширеніших захворювань.
7. Нові речовини і матеріали.

ЗАВДАННЯ 3. МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Пошукувачу потрібно встановити перевагу серед 10 потенційних місць роботи *A, B, C, ...* за показниками: зарплата (грн.), відпустка (дні), час поїздки (хв.). Показники зведені в табл.1, список показників продовжити до 6-10 варіантів.

Таблиця 1

№	Місце роботи	Зарплата, грн	Відпустка, дні	Час поїздки (хв.)	...
1	<i>A</i>				
2	<i>B</i>				
...	...				

Задачу розв'язувати за схемою:

1. Виділення Парето оптимальних об'єктів (місць роботи) та виключення домінованих об'єктів із розгляду.
2. Знаходження кращого місця роботи методом ідеальної точки, перетворивши перед цим всі показники до своїх безрозмірних значень.
3. Знаходження кращого місця роботи за узагальненим критерієм, визначивши перед цим вагові коефіцієнти по кожному критерію.
4. Зробити висновки.

При умові створення додатку на Python у звіті розміщуються відповідні скріншоти виконання кожного пункту завдання.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

ТЕМА 1. ВЛАСТИВОСТІ БІНАРНИХ ВІДНОШЕНЬ

В реальних ситуаціях часто буває важко або неможливо дати характеристику окремого об'єкта $d \in D$ у вигляді числового еквіваленту. Але якщо розглядати об'єкт не окремо, а в парі з іншим (d_i, d_j) , то знаходяться підстави сказати, який з них краще $d_i \succ d_j$, тобто d_i переважає d_j .

Визначити бінарне відношення R означає вказати тим чи іншим способом всі пари об'єктів, для котрих виконується R . Існує три способи визначення бінарних відношень: переліком усіх пар, за допомогою графа, та у вигляді матриць парних порівнянь (МПП).

Елементи МПП можуть визначатись, наприклад так:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & d_i \succ d_j, \\ -1, & d_i \prec d_j, \\ 0, & d_i \cong d_j, \end{cases} \text{ де } d_i, d_j \in D, \quad (1.1)$$

$\succ$ – відношення «краще»,

$\prec$ – відношення «гірше»,

$\cong$ – відношення «однакові».

Наведемо основні властивості бінарних відношень R для об'єктів $d_i, d_j \in D$ на множині D :

1. Рефлексивність. Відношення R називається рефлексивним, якщо кожен об'єкт сам з собою знаходиться у відношенні R , тобто $d_i R d_i, \forall d_i \in D$. У матриці рефлексивного відношення на головній діагоналі стоять одиниці.
2. Антирефлексивність. Відношення R називається антирефлексивним, якщо воно є вірним (виконується) тільки для елементів, що не співпадають, тобто $d_i \bar{R} d_i, \forall d_i, d_j \in D$. У матриці антирефлексивного відношення на головній діагоналі стоять нулі.
3. Симетричність. Відношення R називається симетричним, якщо $d_i R d_j \Rightarrow d_j R d_i, \forall d_i, d_j \in D$, тобто з того, що елемент d_i знаходиться у

відношенні R з елементом d_j впливає, що елемент d_j знаходиться у відношенні R з елементом d_i . Матриця симетричного відношення симетрична.

4. Асиметричність. Відношення R називається асиметричним, якщо $d_i R d_j \Rightarrow d_j \bar{R} d_i$, $\forall d_i, d_j \in D$, тобто з того, що елемент d_i знаходиться у відношенні R з елементом d_j випливає, що елемент d_j не знаходиться у відношенні R з елементом d_i .
5. Антисиметричність. Відношення R називається антисиметричним, якщо $(d_i R d_j) \wedge (d_j R d_i) \Rightarrow d_i = d_j$, $\forall d_i, d_j \in D$, тобто з того, що елемент d_i знаходиться у відношенні R з елементом d_j , а елемент d_j знаходиться у відношенні R з елементом d_i випливає, що одночасне виконання відношень $d_i R d_j$ і $d_j R d_i$ неможливо для $d_i \neq d_j$, тобто обидва співвідношення виконуються тоді і тільки тоді, коли d_i і d_j - один і той самий об'єкт.
6. Транзитивність. Відношення R називається транзитивним, якщо $(d_i R d_j) \wedge (d_j R d_z) \Rightarrow d_i R d_z$, $\forall d_i, d_j, d_z \in D$, тобто з того, що елемент d_i знаходиться у відношенні R з елементом d_j , а елемент d_j знаходиться у відношенні R з елементом d_z випливає, що елемент d_i знаходиться у тому ж відношенні R з елементом d_z .

Сполучення зі згаданих властивостей дозволяє визначити різні типи відношень об'єктів з множини D . Транзитивність відношень особливо важлива у теорії вибору та прийняття рішень, оскільки ця властивість виражає деякі природні взаємозв'язки між об'єктами. Зрозуміло, що циклічна тріада означає непослідовність в твердженнях експертів. Зауважимо, що чим менше циклічних тріад має МПП тим більш послідовним можна вважати експерта у своїх судженнях. Матриця називається узгодженою, коли в ній повністю відсутні циклічні тріади. Перевірка на транзитивність дозволяє проаналізувати і, у випадку необхідності, скорегувати логіку мислення експерта.

Грунтуючись на бінарних властивостях, які визначені для пар об'єктів $\forall d_i, d_j \in D$, можна провести ранжування всіх об'єктів на основі різних методів.

Один з підходів до структурування об'єктів ґрунтується на методі рядкових сум. Метод рядкових сум елементів МПП D полягає у визначенні ваг об'єктів $w_j = \sum_{i=1}^n d_{ij}$, $i, j \in \{1, \dots, n\}$, де n – загальна кількість об'єктів, з наступним відновленням за вагами об'єктів w_j їхнього порядку в загальному ранжуванні. Об'єкту з максимальним значенням w_j відводиться перше місце в ранжуванні, об'єкту з мінімальним значенням w_j – останнє місце.

ТЕМА 2. ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ МЕТОДОМ ДЕЛЬФІ

Основні етапи методу Дельфі:

- 1) уточнення проблем або об'єктів для експертизи;
- 2) формування групи експертів;
- 3) розробка анкети для опитування експертів;
- 4) індивідуальне анкетне опитування експертів;
- 5) математичне опрацювання результатів опитування;
- 6) уточнення експертами своїх оцінок.

Для формування стійкої узагальненої оцінки, етапи 4, 5, 6 можуть проводитися 3-4 рази.

Конкретний склад і чисельність групи експертів визначається характером аналізованих проблем, можливістю притягнення до експертизи компетентних спеціалістів. Ступінь компетентності експертів можна визначити за формулою:

$$K_k = \frac{K_z + K_a}{2}, \quad (2.1)$$

де K_z – коефіцієнт ступеня знайомства експерта з проблемою, $0 \leq K_z \leq 1$;

K_a – коефіцієнт аргументованості рішень експерта, $0 \leq K_a \leq 1$.

Коефіцієнт ступеня знайомства експерта з проблемою K_z визначається самооцінкою експерта за десятибальною шкалою (табл. 2.1) і множенням оцінки на число 0,1.

Таблиця 2.1

Бали	Ступінь знайомства експерта з проблемою
0	Експерт не знайомий з проблемою
1 – 3	Експерт погано знайомий, але проблема входить до кола інтересів
4 – 6	Експерт задовільно знайомий, але практично не займається
7 – 9	Експерт добре знайомий і займається практично
10	Експерт є вузьким спеціалістом з проблеми

Для одержання значення K_a може бути використана шкала аргументованості, приведена в табл.2.2. Експерт відмічає відповідну графу по кожному виду джерел, а потім числа з відзначених граф підсумовуються.

Таблиця 2.2

Джерело аргументів	Ступінь впливу аргументів		
	Високий	Середній	Низький
Теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Досвід	0,5	0,4	0,2
Література	0,1	0,08	0,04
Інтуїція	0,05	0,04	0,02

При упорядкуванні анкети необхідно дотримуватися таких вимог:

- анкета не повинна містити багато питань; відповіді на питання не повинні займати багато часу;
- відповіді повинні даватися суворо в заданій шкалі оцінок;
- анкета, як правило, повинна бути анонімною.

Доцільно застосовувати 10 або 100 – бальні шкали оцінок із невеличким числом градацій, кожна градація повинна бути однозначно описана. Всі n оцінок, отримані в ході опитування групи з m експертів, зводяться в матрицю:

$$C = (c_{ij}), 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n. \quad (2.2)$$

При цьому деякі з оцінок можуть бути відсутніми, якщо експерт утримався від оцінки якогось чинника. Узагальнена оцінка важливості чинника обчислюється за формулою:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m c_{ij}}{m_j}, 1 \leq j \leq n, \quad (2.3)$$

де M_j – узагальнена оцінка важливості j -го чинника;

m_j – кількість експертів, що оцінили j -ий чинник, ($m_j \leq m$);

c_{ij} – оцінка в балах, дана i -м експертом j -му чиннику .

З урахуванням коефіцієнта компетентності:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_k c_{ij}}{m_j}, \quad 1 \leq j \leq n, \quad (2.4)$$

Після того, як усі узагальнені оцінки важливості кожного чинника обраховані можна їх проранжувати. Очевидно, що чим важливіший чинник, тим більше його узагальнена оцінка і тим менший ранг йому відводиться у загальному ранжуванні. На перше місце ставимо критерій з найвищою оцінкою, на друге – з меншою, на останнє – із найменшою оцінкою.

Наостанок, для визначення відносних коефіцієнтів значимості часткових критеріїв, можна використати просту функцію ранжирування:

$$\lambda_j = 2 \cdot \frac{(n+1) - R_j}{n(n+1)}, \quad 1 \leq j \leq n, \quad (2.5)$$

де R_j – ранг j -го критерію, $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$.

ТЕМА 3. МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Загальна постановка ЗПР в умовах визначеності описується кортежем (D, Y, P) , де D – множна альтернатив для вибору; Y – множина наслідків; P – вирішальне правило (правило оптимальності). Якщо для кожної альтернативи наслідок оцінюється не безпосередньо, а за допомогою заданих на D числових функцій $f_1, f_2, \dots, f_m$, які називаються критеріями (показниками корисності чи ефективності, критеріальними функціями, цільовими функціями і т.п.), то ЗПР називається багатокритеріальною.

У задачах прийняття індивідуальних рішень критерії слугують для вираження «інтенсивності» істотних властивостей (ознак) рішень. Наприклад, при порівнянні деяких виробів можуть використовуватися такі критерії, як маса, вартість, дата випуску, зовнішній (товарний) вид і т.п.

За своїм характером критерії поділяються на кількісні і якісні. У більшості випадків кількісні критерії відповідають вимірам об'єктивних (фізичних) властивостей. Критерії, що мають порядкову шкалу, називаються *якісними*. Значення якісного критерію має сенс порівнювати тільки за відношенням “більше”, “менше” і “дорівнює” - вони зберігаються при монотонних перетвореннях. Критерій з порядковою шкалою природним чином виникає в тих випадках, коли розв'язки ранжуються. Дуже часто суб'єктивні виміри виконуються в бальних шкалах. Наприклад, експерти можуть оцінювати у балах зовнішній вигляд виробу. Критерії з бальними шкалами займають “проміжне” положення між кількісними і якісними критеріями.

Згідно з методом багатокритеріальної оптимізації за Парето вважається, що альтернатива d_i має переваги порівняно з альтернативою d_j у тому випадку, коли d_i не гірша ніж d_j за всіма критеріями і краща ніж d_j хоча б за одним критерієм. При цьому альтернатива d_i називається домінуючою, альтернатива d_j називається домінованою. Для звуження початкової множини альтернатив найбільш універсальною процедурою є виключення із неї усіх домінованих (неефективних) альтернатив. Парето-оптимальність рішення означає, що воно не може бути поліпшено по жодному з критеріїв без погіршення по якомусь іншому критерію.

Універсальний принцип вибору полягає в тому, що вибір слід здійснювати лише для парето оптимальних об'єктів. Практично це означає, що першим етапом розв'язку для будь-якої багатокритеріальної ЗПР є виключення домінованих альтернатив.

Широко відомим підходом є метод розв'язку багатокритеріальних задач, заснований на “згортанні” векторного критерію в одну функцію - узагальнений (чи агрегований) критерій, та подальша його оптимізація на множині альтернатив.

Метод ідеальної точки.

Цей метод, застосовується у випадку, коли у ОПР відсутнє чітке уявлення про перевагу на множині критеріїв. В цьому випадку робиться припущення про наявність, так званого, „оптимального” розв’язку задачі багатокритеріальної оптимізації, який може бути знайдено шляхом перетворення багатокритеріальної задачі у відповідну однокритеріальну задачу. Від ОПР вимагається інформація про оптимальні (ідеальні) значення критеріїв на множині їх визначення, або ці значення вибираються як $\max(\min)$ досяжні значення критеріїв на області їх визначення.

Ідеальною називається точка з оптимальними числовими оцінками по всім критеріям $d^{opt} = (d_1^{opt}, d_2^{opt}, \dots, d_m^{opt})$, m – кількість критеріїв. Правило вибору компромісу у цьому методі полягає у знаходженні альтернативи, яка має оцінку, що є найближчою до ідеальної точки в деякій метриці.

Для лінійної метрики знайдемо компромісну оцінку як рішення однокритеріальної задачі на множині всіх альтернатив D

$$d^* = \min_{d \in D} \sum_{i=1}^m |d_i^{opt} - d_i|, i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.1)$$

Компромісну оцінку також можна знайти за наступною формулою

$$d^* = \min_{d \in D} \max_i |d_i^{opt} - d_i|, i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.2)$$

При цьому можуть виникати дві проблеми непорівняльності критеріїв:

- 1) різні шкали їх визначення,
- 2) різний напрямок оптимізації критерію.

Ці проблеми вирішуються процедурою нормалізації критеріїв (їх зводять до безрозмірної шкали $[0, 1]$), наприклад монотонною функцією:

$$w(d_i^j) = \frac{d_i^{opt} - d_i^j}{d_i^{opt} - d_i^0}, \quad (3.3)$$

де d_i^j - значення параметру i , $i = 1, 2, \dots, m$, $d^j \in D$;

d_i^{opt} - найкраще значення параметру i , $i = 1, 2, \dots, m$, на множині допустимих об’єктів D ;

d_i^0 - найгірше значення параметру i , $i = 1, 2, \dots, m$, на множині допустимих об'єктів D .

Функція $w(d_i^j)$, $d^j \in D$, визначає ступінь відхилень від оптимальних значень для кожного параметра об'єкта d_i^j , та переводить всі значення параметрів об'єктів до безрозмірного вигляду у інтервалі $[0, 1]$, причому чим менші значення $w(d_i^j)$, тим ближче параметри об'єкта d_i^j знаходяться до своїх оптимальних значень.

З урахуванням процедури нормалізації (3.3) формули (3.1) та (3.2) перепишуться ($d^j \in D$):

$$d^* = \min_{d \in D} \sum_{i=1}^m |w(d_i^j)|, i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.4)$$

$$d^* = \min_{d \in D} \max_i |w(d_i^j)|, i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.5)$$

Якщо ОПР має інформацію про відносну важливість критеріїв

$$\rho_i > 0, \sum_{i=1}^m \rho_i = 1, \quad (3.6)$$

то за допомогою згортки можна застосувати узагальнений критерій типу ($d^j \in D$):

$$F = \min_j \sum_{i=1}^m \rho_i w(d_i^j), i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.7)$$

або

$$F = \min_j \max_i (\rho_i w(d_i^j)), i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.8)$$

В якості розв'язку вибирається той об'єкт, який оптимізує відповідно критерій (3.7) або (3.8). Процедура призначення критеріям вагових коефіцієнтів може застосовуватись у різних формах – безпосереднє призначення критеріям вагових коефіцієнтів вигляду (3.4), або ранжування критеріїв з їх наступною нормалізацією.

Приклад виконання завдання 1

Розглянемо задачу прийняття рішення визначення найкращої мови програмування для системного аналітика.

У таблиці 1.1 представлено множину мов програмування, які може застосовувати системний аналітик:

Таблиця 1.1

Мова програмування	Формальна позначка
C#	d_1
C++	d_2
Java	d_3
Java script	d_4
PHP	d_5
Python	d_6

Порівняємо об'єкти множини між собою за ступенем значущості та результати порівнянь представимо відповідною МПП (табл. 1.2), де значення кожної комірки формується умовами (1.1).

- Об'єкт d_1 (C#) має однакову значимість з об'єктом d_2 (C++), тому в комірці d_{12} поставимо «0». Для мене ці мови програмування дуже схожі.
- Об'єкт d_1 (C#) краще по значимості за об'єкт d_3 (Java), тому в комірці d_{13} поставимо «1». Це тому, що в мові C# більш зрозумілий синтаксис, C# працює з файловою системою значно швидше, ніж Java.
- Об'єкт d_1 (C#) краще по значимості за об'єкт d_4 (Javascript), тому в комірці d_{14} поставимо «1».
- Об'єкт d_1 (C#) є краще по значимості за об'єкт d_5 (PHP), тому в комірці d_{15} поставимо «1».
- Об'єкт d_1 (C#) гірше по значимості за об'єкт d_6 (Python), тому в комірці d_{16} поставимо «-1». Це тому, що Python легко читати та вивчати завдяки синтаксису, схожому на англійську. Крім того, виключається використання крапки з комою після кінця оператора та роздільників для початку та кінця блоку.

Добавляємо стовпчик для підрахунку рядкових сум:

Таблиця 1.2.

	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	$\sum_{i=1}^6 d_{ij}$
d_1	0	0	1	1	1	-1	2
d_2	0	0	1	1	0	-1	1
d_3	-1	-1	0	-1	1	-1	-3
d_4	-1	-1	1	0	1	-1	-1
d_5	-1	0	-1	-1	0	-1	-4
d_6	1	1	1	1	1	0	5

Заповнюємо лише верхню трикутну частину матриці, а нижню заповнюємо дзеркально-протилежно.

Методом рядкових сум встановлюємо порядок серед об'єктів і виділяємо найбільш значущий об'єкт. У табл.1.3 його виділено жовтим кольором.

Таблиця 1.3

Порядок	$\sum_{i=1}^6 d_{ij}$	Мова програмування
d_6	5	Python
d_1	2	C#
d_2	1	C++
d_4	-1	Java script
d_3	-3	Java
d_5	-4	PHP

Порядок також можна представити ранжуванням: $d_6 \succ d_1 \succ d_2 \succ d_4 \succ d_3 \succ d_5$

Перевіряємо матрицю на узгодженість експертних оцінок, або іншими словами на транзитивність відношень. Для цього перевіряємо послідовно всі можливі комбінації відношень на 3-х об'єктах за означенням транзитивності. Оскільки МПП заповнювалась протилежно-дзеркально, достатньо це зробити лише для верхньої трикутної частини.

Таблиця 1.4.

№	Комбінації 3-х об'єктів	Умова транзитивності	Відношення в таблиці 1.2	Узгодженість
1	d_1, d_2, d_3	$d_1 \equiv d_2, d_2 \succ d_3$	Транзитивність не можна перевірити	

2	d_1, d_2, d_4	$d_1 \cong d_2, d_2 \succ d_4$	Транзитивність не можна перевірити	
3	d_1, d_2, d_5	$d_1 \cong d_2, d_2 \cong d_5 \Rightarrow d_1 \cong d_5$	$d_1 \succ d_5$	-
4	d_1, d_2, d_6	$d_1 \cong d_2, d_2 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
5	d_1, d_3, d_4	$d_1 \succ d_3, d_3 \prec d_4$	Транзитивність не можна перевірити	
6	d_1, d_3, d_5	$d_1 \succ d_3, d_3 \succ d_5 \Rightarrow d_1 \succ d_5$	$d_1 \succ d_5$	+
7	d_1, d_3, d_6	$d_1 \succ d_3, d_3 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
8	d_1, d_4, d_5	$d_1 \succ d_4, d_4 \succ d_5 \Rightarrow d_1 \succ d_5$	$d_1 \succ d_5$	+
9	d_1, d_4, d_6	$d_1 \succ d_4, d_4 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
10	d_1, d_5, d_6	$d_1 \succ d_5, d_5 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
11	d_2, d_3, d_4	$d_2 \succ d_3, d_3 \prec d_4$	Транзитивність не можна перевірити	
12	d_2, d_3, d_5	$d_2 \succ d_3, d_3 \succ d_5 \Rightarrow d_2 \succ d_5$	$d_2 \cong d_5$	-
13	d_2, d_3, d_6	$d_2 \succ d_3, d_3 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
14	d_2, d_4, d_5	$d_2 \succ d_4, d_4 \succ d_5 \Rightarrow d_2 \succ d_5$	$d_2 \cong d_5$	-
15	d_2, d_4, d_6	$d_2 \succ d_4, d_4 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
16	d_2, d_5, d_6	$d_2 \cong d_5, d_5 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
17	d_3, d_4, d_5	$d_3 \prec d_4, d_4 \succ d_5$	Транзитивність не можна перевірити	
18	d_3, d_4, d_6	$d_3 \prec d_4, d_4 \prec d_6 \Rightarrow d_3 \prec d_6$	$d_3 \prec d_6$	+
19	d_3, d_5, d_6	$d_3 \succ d_5, d_5 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	
20	d_4, d_5, d_6	$d_4 \succ d_5, d_5 \prec d_6$	Транзитивність не можна перевірити	

Висновки. Перевірка на транзитивність показала що у 3 випадках з 6 можливих для перевірки, транзитивність була порушена. Це означає, що експерт у своїх оцінках був непослідовним.

Приклад виконання завдання 2**Етап 1. Розробка анкети для опитування експертів.**

Можливий варіант анкети:

Шановний експерт _____ !
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Просимо Вас оцінити ступінь важливості (пріоритетності) таких напрямків дослідження:

(далі відповідно до завдання)

№	Назва напрямку дослідження	Оцінка в балах
1		
2		
3		
...		

Оцінку кожному із запропонованих напрямків просимо виставити по такій 10-бальній шкалі:

0	Напрямок не впливає на дослідження
1 – 2	Напрямок робить слабкий вплив, його варто врахувати в майбутньому
3 – 5	Напрямок впливає, але важно реалізувати
6 – 7	Напрямок має істотний вплив
8 – 10	Напрямок є важливим і актуальним, реалізується в першу чергу

Етап 2. Формування групи експертів та оцінка їх компетентності.

В умовах виконання даного практичного завдання в якості експертів виступають студенти, що об'єднуються по 3-5 чоловіка в одну групу. Таким чином, подальше виконання завдання здійснюється окремо кожною групою студентів.

Кожний експерт, користуючись шкалою оцінки ступеня знайомства (табл. 2.1) і шкалою оцінок аргументованості думок (табл. 2.2), визначає коефіцієнт компетентності. Припустимо, що експерт вважає, що він задовільно знайомий із проблемою, але практично нею не займається, тоді його коефіцієнт ступеня знайомства дорівнює:

$$K_3 = 4 \times 0,1 = 0,4.$$

Якщо при цьому він вважає, що для нього характерний високий ступінь теоретичного аналізу, досвіду і матеріалів із літератури, а вплив інтуїції має середній ступінь, то його коефіцієнт аргументованості дорівнює:

$$K_a = 0,3 + 0,5 + 0,1 + 0,04 = 0,94.$$

Тоді значення K_k для цього експерта за (2.1) буде дорівнювати:

$$K_k = \frac{0,4 + 0,94}{2} = 0,67.$$

Зведемо результати оцінки компетентності експертів у табл.2.3:

Таблиця 2.3

№ експерт <i>a</i>	Ступінь знайомств <i>a</i>	Джерела аргументів				K_k
		Теоретичний аналіз	Досвід	Література	Інтуїція	
1	0,4	0,3	0,5	0,1	0,04	0,67
2	0,6	0,3	0,4	0,08	0,02	0,7
3	0,7	0,1	0,2	0,04	0,05	0,54
4	0,1	0,2	0,4	0,08	0,02	0,4

Етап 3. Математичне опрацювання результатів опитування.

Експерти оцінювали проблему за 6 критеріями. Позначимо їх $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$. Оцінки, отримані в ході опитування 4 експертів, зібрані в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Експертні дані, отримані з анкет						
№ експерта	Критерії					
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
1	8	10	9	8	5	6
2	10	10	10	9	10	6
3	1	4	2	7	3	2
4	4	8	6	3	2	4

Для кожного критерію за формулою (2.4) розрахуємо узагальнену оцінку його важливості з урахуванням компетентності експертів.

Потім проранжуємо: чим вища узагальнена оцінка важливості критерія, тим нижче його ранг.

Далі визначимо відносні коефіцієнти значимості часткових критеріїв за формулою (2.5).

Результати обчислень запишемо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5

	<i>Критерії</i>					
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
M_j	3,62625	4,77	4,13	4,16875	3,19635	2,7275
R_j	4	1	3	2	5	6
λ_j	0,142857	0,285714	0,190476	0,238095	0,095238	0,047619

Зробимо перевірку $\sum_{j=1}^6 \lambda_j = 1$.

Висновок. Отримали результуюче ранжування часткових критеріїв:

$$f_2 \succ f_4 \succ f_3 \succ f_1 \succ f_5 \succ f_6$$

Приклад виконання завдання 3

Менеджеру потрібно встановити перевагу на множині претендентів на посаду головного бухгалтера, аналізуючи дані резюме претендентів, що оцінюються критеріями f_1 – очікувана заробітна плата (грн.), f_2 – стаж роботи (роки), f_3 – вік, представленими в табл.3.1:

Таблиця 3.1.

№	ПІБ	f_1	f_2	f_3
1	Бурикін А.О.	21000	5	30
2	Гвінто М.Є.	30000	10	35
3	Іванов Г.І.	16000	3	25
4	Степановський В.Е.	40000	30	50
5	Дьяченко Є.Б.	14000	1	23
6	Калабуха Д.В.	15000	0	20
7	Кіглюк А.П.	30000	25	50
8	Суліган Р.А.	14000	4	30

Спочатку визначимо напрямок оптимізації значень по кожному критерію, вигідний з позиції менеджера (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

№	ПІБ	f_1	f_2	f_3
	Напрямок оптимізації	$\min$	$\max$	$[30, 40]$
1	Бурикін А.О.	21000	5	30
2	Гвінто М.Є.	30000	10	35
3	Іванов Г.І.	16000	3	25
4	Степановський В.Е.	40000	30	50
5	Дьяченко Є.Б.	14000	1	23
6	Калабуха Д.В.	15000	0	20
7	Кіглюк А.П.	30000	25	50
8	Суліган Р.А.	14000	4	30

Далі застосуємо до векторів критеріїв універсальний принцип Парето, порівнюючи їх між собою і відсіюючи доміновані.

Так, наприклад, Дьяченко Є.Б. (14000, 1, 23) за показником *Очікувана зарплата* однаковий з Суліган Р.А. (14000, 4, 30), але за показниками *Стаж роботи* та *Вік* поступається йому. Отже, (14000, 4, 30) $\geq$ (14000, 1, 23), тобто альтернатива Суліган Р.А. (14000, 4, 30) $\succ$ альтернатива Дьяченко Є.Б. (14000,

1, 23). Альтернатива Дьяченко Є.Б. (14000, 1, 23) є домінованою і її можна виключити з подальшого розгляду.

Проаналізувавши таким чином табл.3.2, отримуємо табл.3.3, де жовтим кольором позначені доміновані претенденти, які з подальшого розгляду вилучаються.

Таблиця 3.3.

№	ПІБ	f_1	f_2	f_3
	<i>Напрямок оптимізації</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>[30, 40]</i>
1	Бурикін А.О.	21000	5	30
2	Гвінто М.Є.	30000	10	35
3	Іванов Г.І.	16000	3	25
4	Степановський В.Е.	40000	30	50
5	Дьяченко Є.Б.	14000	1	23
6	Калабуха Д.В.	15000	0	20
7	Кіглюк А.П.	30000	25	50
8	Суліган Р.А.	14000	4	30

Застосуємо до задачі *метод ідеальної точки*. За напрямками оптимізації визначимо: $d^{opt} = (14000, 30, [30, 40])$, $d^0 = (40000, 4, 50)$ та приведемо критерії до нормалізованого вигляду (3.3).

Тоді саму таблицю з результатами обчислень за формулами (3.4) і (3.5) можна представити таким чином:

Таблиця 3.4

№	ПІБ	$w(f_1)$	$w(f_2)$	$w(f_3)$	$\sum_{i=1}^3 \frac{ d_i^{opt} - d_i^j }{ d_i^{opt} - d_i^0 }$	$\max_i \frac{ d_i^{opt} - d_i^j }{ d_i^{opt} - d_i^0 }$
1	Бурикін А.О.	0,27	0,96	0	1,23	0,96
2	Гвінто М.Є.	0,62	0,77	0	1,38	0,77
3	Степановський В.Е.	1	0	1	2	1
4	Кіглюк А.П.	0,62	0,19	1	1,81	1
5	Суліган Р.А.	0	1	0	1	1

Знаходимо мінімальні значення:

Таблиця 3.5

№	ПІБ	$w(f_1)$	$w(f_2)$	$w(f_3)$	$\sum_{i=1}^3 \frac{ d_i^{opt} - d_i^j }{ d_i^{opt} - d_i^0 }$	$\max_i \left \frac{d_i^{opt} - d_i^j}{d_i^{opt} - d_i^0} \right $
1	Бурикін А.О.	0,27	0,96	0	1,23	0,96
2	Гвінто М.Є.	0,62	0,77	0	1,38	0,77
3	Степановський В.Е.	1	0	1	2	1
4	Кіглюк А.П.	0,62	0,19	1	1,81	1
5	Суліган Р.А.	0	1	0	1	1

З таблиці 3.5 бачимо, що отримали різних претендентів на вакантну посаду. За формулою (3.4) – Суліган Р.А., за формулою (3.5) – Гвінто М.Є.

Нехай ОПР визначила важливість критеріїв і дала додаткову інформацію про «ваги» критеріїв: найважливіший для відбору критерій заробітня плата $\rho_1 = 0,5$, далі – стаж роботи $\rho_2 = 0,3$, далі – вік претендента $\rho_3 = 0,2$.

Результати відповідних обчислень представлено в табл.3.6

Таблиця 3.6

№	ПІБ	$w(f_1)$ $\rho_1=0,5$	$w(f_2)$ $\rho_2=0,3$	$w(f_3)$ $\rho_3=0,2$	$\sum_{i=1}^3 \frac{ d_i^{opt} - d_i^j }{ d_i^{opt} - d_i^0 }$	$\max_i \left \frac{d_i^{opt} - d_i^j}{d_i^{opt} - d_i^0} \right $
1	Бурикін А.О.	0,27	0,96	0	0,42	0,28
2	Гвінто М.Є.	0,62	0,77	0	0,54	0,31
3	Степановський В.Е.	1	0	1	0,7	0,5
4	Кіглюк А.П.	0,62	0,19	1	0,57	0,31
5	Суліган Р.А.	0	1	0	0,3	0,3

Знаходимо мінімальні значення:

Таблиця 3.7

№	ПІБ	$w(f_1)$ $\rho_1=0,5$	$w(f_2)$ $\rho_2=0,3$	$w(f_3)$ $\rho_3=0,2$	$\sum_{i=1}^3 \frac{ d_i^{opt} - d_i^j }{ d_i^{opt} - d_i^0 }$	$\max_i \left \frac{d_i^{opt} - d_i^j}{d_i^{opt} - d_i^0} \right $
1	Бурикін А.О.	0,27	0,96	0	0,42	0,28
2	Гвінто М.Є.	0,62	0,77	0	0,54	0,31
3	Степановський В.Е.	1	0	1	0,7	0,5
4	Кіглюк А.П.	0,62	0,19	1	0,57	0,31
5	Суліган Р.А.	0	1	0	0,3	0,3

Як видно з табл.3.7, оцінки кандидатів за формулами (3.7) і (3.8) з урахуванням вагових коефіцієнтів критеріїв дещо підкорегувались. Ми також отримали різних претендентів на вакантну посаду. За формулою (3.7) – Суліган Р.А., за формулою (3.8) – Бурикін А.О.

Висновок. Найліпший кандидат на посаду головного бухгалтера - Суліган Р.А.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розум М.В. Теорія прийняття рішень. Навчальний посібник для спеціальностей 122 – Комп’ютерні науки, 124 – Системний аналіз, 125 – Кібербезпека та захист інформації (для денної та заочної форм навчання). Одеса: ОНМУ, 2024. 290 с.
2. Кушлик-Дивульська О.І., Кушлик Б.Р.. Основи теорії прийняття рішень. Київ: НТТУ «КПІ», 2014. 94с.
3. Дякон В.М., Ковальов Л.Є. Моделі і методи теорії прийняття рішень. Підручник. – Київ: АНФ ГРУП, 2013. 604 с.
4. Практикум з теорії прийняття рішень: навч. посіб. / Автор-уклад.: О.В. Присяжнюк - Кропивницький: ЦДПУ імені В.Винниченка, 2018. 76 с.
5. Теорія прийняття рішень. Підручник. / За заг. ред. Бутка М.П. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 360 с.
6. Файнзільберг Л.С., Жуковська О.А., В.С. Якимчук В.С. Теорія прийняття рішень: підручник для студентів спеціальності «Комп’ютерні науки та інформаційні технології в біології та медицині». Київ: Освіта України, 2018. 246 с.
7. Задачі багатокритеріальної оптимізації. URL: <http://ebib.pp.ua/zadachi-mnogokriterialnoy-optimizatsii-7818.html>
8. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. Київ: Київський університет, 2010. 336 с.
9. Розум М.В., Ігнатєва К.М. Інформаційна система підтримки прийняття рішень. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Технічні науки. Херсон: Гельветика, 2025. Вип. 3, С.153-166. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.3.17>
10. Rozum, M. V., & Ihnatieva, K. M. (2026). Comprehensive decision analysis: information system based on classical criteria. *Systems and Technologies*, 2026, 71(1), 101-106. <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2026-1-71.14>

Зразок титульної сторінки

Додаток А

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МОРСЬКОГО БІЗНЕСУ

Кафедра «Технічна кібернетика й інформаційні технології
ім. професора Р.В. Меркта»

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

з освітнього компоненту

ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

на тему: **«Багатокритеріальна оптимізація»**

Виконав(ла):
студент(ка) 4 курсу __ групи
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

ПІБ

Керівник:
к.ф.-м.н., доцент Розум М.В.

*Зразок оформлення змісту**Додаток Б*

ЗМІСТ

	С.
Вступ	3
Завдання 1	4
Завдання 2	...
Завдання 3	...
Висновки	...
Перелік посилань	...