



Прийняття рішень в ієрархічних системах

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 «Комп'ютерні науки»</i>
Освітня програма	<i>«Системи і методи штучного інтелекту»</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>36 год.лекції, 18 год.практичні</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен, письмовий</i>
Розклад занять	<i>Понеділок, друга пара – лекція, третя пара - практичні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, доц. Недашківська Надія Іванівна, n.nedashkivska@gmail.com Практичні / Семінарські: д.т.н., доцент, доц. Недашківська Надія Іванівна, n.nedashkivska@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom, код курсу dytdcgz</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- розв'язання багатокритеріальних та багатоцільових задач вибору, оцінювання альтернатив рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків із застосуванням сучасних нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж за участю групи осіб, що приймають рішення;
- розробки і використання систем підтримки прийняття рішень на основі методів аналітичних ієрархій та мереж, чітких і нечітких вхідних даних, якісних оцінок групи експертів та осіб, що приймають рішення.

Що буде вивчатися:

- Методи аналітичних ієрархій та мереж підтримки прийняття рішень;
- Методи агрегування пріоритетів, пошук компромісів між цілями, узгодження цілей і політик акторів, умови стійкості розв'язків;
- Оцінювання і підвищення узгодженості якісних оцінок експертів та осіб, що приймають рішення;
- Пошук найкращих альтернатив рішень на основі множини ієрархічно та мережево взаємопов'язаних критеріїв рішень з метою досягнення головної цілі прийняття рішень, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків;

- Використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж в задачах економіки та фінансів в умовах невизначеності та дії конфліктів;
- Оптимальний розподіл ресурсів між проектами на основі ієрархічних та мережевих моделей підтримки прийняття рішень;
- Використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж для побудови рейтингів, знаходження пріоритетів.

Чому це цікаво/треба вивчати:

- Як знайти найкращу альтернативу рішень з метою досягнення головної цілі прийняття рішень, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків;
- Як агрегувати пріоритети, шукати компроміси між конфліктними критеріями/ цілями, узгоджувати цілі і політики акторів;
- Як здійснити оптимальний розподіл ресурсів між проектами, будувати рейтинги, знаходити пріоритети на основі ієрархічних та мережевих моделей підтримки прийняття рішень.

Чому можна навчитися:

- В результаті вивчення дисципліни студент буде знати нечіткі моделі та методи підтримки прийняття рішень на основі ієрархій та мереж критеріїв/ цілей, вміти розраховувати пріоритети альтернатив рішень, агрегувати пріоритети, шукати компроміси між критеріями та цілями, оцінювати стійкість отриманих розв'язків, використовувати вказані методи у різних прикладних областях.

Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями:

- Застосовувати набуті знання та уміння для розробки колективних рішень акторів з різними інтересами, знаходити оптимальний розподіл ресурсів між проектами, будувати рейтинги, визначати пріоритети, знаходити найкращу альтернативу рішень на основі множини ієрархічно взаємопов'язаних критеріїв рішень, зокрема в задачах економіки, фінансів в умовах невизначеності та конфліктів.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

компетентності:

ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, ЗК9 - Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, СК2 – Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються, з'ясовувати потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації, СК4 – Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі, СК5 – Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області, СК6 – Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття рішень, СК7 – Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, СК15 – Здатність до оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань, РН1 – Здійснювати опис предметної області розробки або дослідження; забезпечувати декомпозицію поставленої задачі, РН 2 – Обирати належні засоби для розробки або дослідження (середовище розробки, мова програмування, програмне забезпечення та програмні пакети тощо), що дозволяють знайти правильне і ефективне рішення;

ЗНАННЯ:

сутності базових методів аналітичних ієрархій та мереж та їх сучасних модифікацій на основі нечітких експертних оцінок парних порівнянь: нечітка матриця парних порівнянь (МПП) та її властивості, узгодженість нечіткої матриці парних порівнянь, критерій узгодженості, декомпозиційний підхід до обробки нечітких МПП при прийнятті рішень, інтервальна МПП та її властивості, оцінювання узгодженості інтервальної МПП, методи і моделі розрахунку ваг і пріоритетів альтернатив на основі інтервальної МПП: методи Fuzzy RGMM і Fuzzy ANP на основі розширених бінарних арифметичних операцій, модель Fuzzy Preference Programming нечітких відношень переваги, лінійні та нелінійні двохетапні моделі оптимізації, моделі GPM, TLGP, LUAM, сімейство адитивних моделей розрахунку інтервальних і нечітких ваг; методи оцінювання і підвищення узгодженості нечітких МПП, методи агрегування нечітких пріоритетів (ваг) альтернатив рішень за множиною критеріїв, методи нормалізації (нормування) нечітких пріоритетів альтернатив рішень, методи ранжування нечітких ваг, методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР; технології та методика застосування цих методів для системного вирішення практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків та ін., критерії порівняння результатів, отриманих різними методами аналітичних ієрархій та мереж;

УМІННЯ:

застосовувати сучасні нечіткі методи аналітичних ієрархій та мереж підтримки прийняття рішень для вирішення практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків та ін., будувати ієрархічні та мережеві моделі для вказаних задач підтримки прийняття рішень, розробляти нові і використовувати відомі системи підтримки прийняття рішень на основі вказаних методів;

ДОСВІД:

теоретичний та практичний досвід розв'язання задач підтримки прийняття рішень на основі нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж, розробки нових і застосування відомих систем підтримки прийняття рішень на основі вказаних методів.

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

При вивченні дисципліни використовуються знання з програмування, об'єктно-орієнтованого програмування, дискретної математики, лінійної алгебри, математичного аналізу, методів оптимізації, основ системного аналізу, математичного моделювання.

Знання, набуті при вивченні цієї дисципліни, використовуються при опануванні дисциплін «Стратегічний менеджмент», «Менеджмент інформаційно-технологічних проектів», при дипломному проектуванні, а також у практичній самостійній роботі випускника в державних та приватних управлінських структурах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Базові методи аналітичних ієрархій та мереж

Тема 1. Ієрархічні та мережеві моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Загальні етапи базових методів аналітичних ієрархій та мереж.

Тема 2. Розрахунок локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі чітких матриць парних порівнянь (МПП).

Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості чітких МПП.

Тема 4. Агрегування локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.

Тема 5. Приклади розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі методів аналітичних ієрархій та мереж.

Розділ 2. Нечіткі методи аналітичних ієрархій та мереж

Тема 1. Загальний підхід до обробки нечітких матриць парних порівнянь. Основи теорії нечітких множин та нечіткого математичного програмування.

Тема 2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів: Fuzzy RGMM і Fuzzy AHP на основі розширених бінарних арифметичних операцій, модель Fuzzy Preference Programming нечітких відношень переваги, лінійні та нелінійні двохетапні моделі оптимізації, моделі GPM, TLGP, LUAM, сімейство адитивних моделей.

Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких матриць парних порівнянь.

Тема 4. Методи агрегування нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.

Тема 5. Методи нормування нечітких ваг. Ранжування нечітких ваг.

Тема 6. Приклади розв'язання задач пошуку компромісів між цілями, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків. Умови стійкості розв'язків. Використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж в задачах економіки та фінансів для оптимального розподілу ресурсів між проектами, для побудови рейтингів, знаходження пріоритетів в умовах невизначеності.

Розділ 3. Методи аналітичних ієрархій та мереж за участю групи експертів та осіб, що приймають рішення

Тема 1. Загальний підхід до групового оцінювання елементів ієрархічних та мережевих моделей ППР. Агрегування індивідуальних МПП. Агрегування індивідуальних пріоритетів /ваг.

Тема 2. Методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.

Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких експертних оцінок парних порівнянь, наданих групою експертів.

Тема 4. Приклади розробки колективних рішень акторів з різними (конфліктними) інтересами. Перспективи подальших досліджень

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

- 1. Недашківська Н.І. Слайди лекцій з дисципліни «Прийняття рішень в ієрархічних системах», 2021.*
- 2. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 372 с.*

3. Недашківська Н.І. Прийняття рішень в ієрархічних системах: Методичні вказівки до самостійної роботи студентів спеціальностей «Системний аналіз і управління», «Системи і методи прийняття рішень», «Штучний інтелект». – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2013. – 130 с. (електронне видання)
4. Недашківська Н. І. Прийняття рішень в ієрархічних системах: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз», освітніх програм «Системний аналіз і управління», «Системний аналіз фінансового ринку» / Н.І.Недашківська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 202 с.

Знайти зазначені матеріали можна в Електронному Кампусі та на Платформі дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom, код курсу **dytdcgz**. Обов’язковим для прочитання є Слайди лекцій з дисципліни «Прийняття рішень в ієрархічних системах».

Додаткова література

5. Недашківська Н.І. Оцінювання чутливості результатів задачі управління ланцюгами поставок на основі ієрархічної та мережевої моделей підтримки прийняття рішень. *KPI Science News*, 2020, №4, с.26 – 34.
6. Недашківська Н.І. Управління ланцюгами поставок на основі ієрархічної моделі підтримки прийняття рішень. *KPI Science News*, 2019, №4, с.24 – 34.
7. Nedashkovskaya N.I. Investigation of methods for improving consistency of a pairwise comparison matrix. *Journal of the Operational Research Society*. 2018. Vol.69, No.12, P.1947 – 1956.
8. Недашківська Н.І. Системний підхід до підтримання прийняття рішень на основі ієрархічних та мережевих моделей. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2018. №1. С.7 – 18.
9. Недашківська Н.І. Оцінювання стійкості локальних ваг альтернатив рішень на основі методу парних порівнянь. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2016. №4. С.14 – 22.
10. Nedashkovskaya N.I. Method for Evaluation of the Uncertainty of the Paired Comparisons Expert Judgements when Calculating the Decision Alternatives Weights. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2015. Vol. 47, No. 10. P.69 – 82.
11. Недашківська Н.І. Метод узгоджених парних порівнянь при оцінюванні альтернатив рішень за якісним критерієм. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2013. №4. С. 67 – 79.
12. Недашківська Н.І. Кількісна оцінка чутливості задачі обробки поглядів експертів за методами аналізу ієрархій// СППР – 2010: Матеріали науково-технічної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (26–30 травня 2010 р., м. Київ). – К.:ІПММС НАНУ, 2010.– С. 42 – 45.
13. Недашківська Н.І. Багатокритеріальне оцінювання альтернатив при взаємозалежних критеріях за допомогою методу VOCR/MAI та нечітких мір. Матеріали науково-технічної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (26–30 травня 2011 р., м. Київ). К.:ІПММС НАНУ, 2011. С. 42 – 45.
14. Pankratova N.D., Nedashkovskaya N.I. Sensitivity analysis of a decision-making problem using the Analytic Hierarchy Process. *International Journal «Information Theories and Applications»*. 2016. Vol.23, No.3. P.232 – 251.

Знайти зазначені матеріали додаткової літератури можна в інтернеті.

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Базові методи аналітичних ієрархій та мереж					
Тема 1. Ієрархічні та мережеві моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Загальні етапи базових методів аналітичних ієрархій та мереж	2	1			1
Тема 2. Розрахунок локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі чітких матриць парних порівнянь (МПП)	8	3		2	3
Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості чітких МПП	6	2		2	2
Тема 4. Агрегування локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР	6	2		2	2
Тема 5. Приклади розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі методів аналітичних ієрархій та мереж.	6	4			2
Разом за розділом 1	28	12		6	10
Розділ 2. Нечіткі методи аналітичних ієрархій та мереж					
Тема 1. Загальний підхід до обробки нечітких матриць парних порівнянь. Основи теорії нечітких множин та нечіткого математич. програмування.	4	2			2
Тема 2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів: Fuzzy RGMM і Fuzzy ANP на основі розширених бінарних арифметичних операцій, модель Fuzzy Preference Proqraming нечітких відношень переваги, лінійні та нелінійні двохетапні моделі оптимізації, моделі GPM, TLGP, LUAM, сімейство адитивних моделей.	12	6		2	4
Перша частина МКР.	2				2
Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких матриць парних порівнянь.	6	2		2	2

1	2	3	4	5	6
Тема 4. Методи агрегування нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.	6	2		2	2
Тема 5. Методи нормування нечітких ваг. Ранжування нечітких ваг.	6	2		2	2
Тема 6. Приклади розв'язання задач пошуку компромісів між цілями, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків. Умови стійкості розв'язків. Використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж в задачах економіки та фінансів для оптимального розподілу ресурсів між проектами, для побудови рейтингів, знаходження пріоритетів в умовах невизначеності.	8	4			4
Разом за розділом 2	44	18		8	18
Розділ 3. Методи аналітичних ієрархій та мереж за участю групи експертів та осіб, що приймають рішення					
Тема 1. Загальний підхід до групового оцінювання елементів ієрархічних та мережевих моделей ППР. Агрегування індивідуальних МПП. Агрегування індивідуальних пріоритетів /ваг.	1	1			
Тема 2. Методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.	8	2		4	2
Тема 3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких експертних оцінок парних порівнянь, наданих групою експертів.	3	1			2
Тема 4. Приклади розробки колективних рішень акторів з різними (конфліктними) інтересами. Перспективи подальших досліджень	4	2			2
Друга частина МКР.	2				2
Разом за розділом 3	18	6		4	8
<i>Екзамен</i>	8				8
Всього годин	98	36		18	44

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><i>Тема 1.1. Ієрархічні та мережеві моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Загальні етапи базових методів аналітичних ієрархій та мереж.</i></p> <p>Означення ієрархії як частково впорядкованої множини. Властивість покриття. Види домінантних ієрархій. Функція пріоритету (ваги). Методи агрегування пріоритетів в ієрархії: частковий випадок ієрархій з двома рівнями. [1 – 6] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Повні ієрархії, їх властивості. Види домінантних ієрархій. Приклади побудови домінантних ієрархій при розв'язанні практичних задач [1 – 6]</p>

2	<p><i>Тема 1.2. Розрахунок локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі чітких матриць парних порівнянь (МПП).</i> Класифікація методів розв'язання задачі оцінювання альтернатив рішень за одним критерієм з використанням оцінок експертів. Метод парних порівнянь. Функціональні залежності пріоритетів рішень від величин переваг. Матриці парних порівнянь оцінок експертів та їх основні властивості. Модель ЕМ парних порівнянь. Побудова міри узгодженості СІ матриці парних порівнянь. [1, 2, 6, 8] Приклади оцінювання альтернатив рішень за одним критерієм.</p> <p>Завдання на СРС: Властивості додатних обернено-симетричних мультиплікативних матриць парних порівнянь. Теорема Перрона-Фробеніуса. [1, 10]</p>
3	<p><i>Тема 1.2. Розрахунок локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі чітких матриць парних порівнянь (МПП) (продовження)</i></p> <p>Моделі оптимізації визначення пріоритетів альтернатив рішень на основі матриць парних порівнянь, метод RGMM. Міри узгодженості експертних оцінок парних порівнянь: GCI, HCR, їх властивості. Приклади [1, 2, 6, 8].</p> <p>Завдання на СРС: Метод AN парних порівнянь. Порівняння методів парних порівнянь. [1, 2, 6] Приклади</p>
4	<p><i>Тема 1.3. Оцінювання і підвищення узгодженості чітких МПП.</i> Пошук найбільш неузгоджених оцінок експертів (елементів матриці парних порівнянь): алгоритми СІ для укорочених матриць, Согг, Хі-квадрат, Tr, OutFlow. Методи та алгоритми коригування оцінок експертів (матриць парних порівнянь) без участі експерта. [1, 7, 8, 11] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Алгоритми коригування МПП стійкі до нетранзитивних суджень [1]</p>
5	<p><i>Тема 1.4. Агрегування локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.</i> Методи агрегування пріоритетів в ієрархії: узагальнений випадок домінантних ієрархій з будь-якою кількістю рівнів. Принцип ієрархічної композиції. [1, 2] Приклади оцінювання альтернатив рішень за ієрархічною структурою критеріїв (цілей) рішень.</p> <p>Завдання на СРС: Матриці парних порівнянь як матриці інцидентності орієнтовних графів спеціальної структури. Інтерпретація пріоритетів за допомогою графів. [1, 2]</p>
6	<p><i>Тема 1.5. Приклади розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі методів аналітичних ієрархій та мереж.</i> [1 – 6]</p> <p>Завдання на СРС: Приклади розв'язання задач вибору місця розташування обладнання на підприємстві, оцінювання долі ринку компанії-виробника споживчої продукції, розподілу ресурсів між інвестиційними проектами. Прямий і зворотній процеси оцінювання сценаріїв з використанням методів аналізу аналітичних мереж. Приклади розв'язання задач планування з використанням методів ієрархій та мереж [1 – 6]</p>
7	<p><i>Тема 1.5. Приклади розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі методів аналітичних ієрархій та мереж (продовження).</i> [1 – 6]</p> <p>Огляд існуючих СППР Expert-Choice (Super Decision), Damatel, MacBeth та ін. Елементи архітектури СППР. Проектування СППР. Приклади розв'язання практичних задач.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади розв'язання практичних задач [1 – 6]</p>
8	<p><i>Тема 2.1. Загальний підхід до обробки нечітких матриць парних порівнянь. Основи теорії нечітких множин та нечіткого математичного програмування.</i></p> <p>Постановка задачі. Нечітка матриця парних порівнянь оцінок експертів та її властивості. Узгоджена нечітка матриця парних порівнянь. Критерій узгодженості нечіткої матриці парних порівнянь. Класифікація методів парних порівнянь обробки нечітких оцінок експертів</p>

	<p>при аналізі аналітичних ієрархій. Декомпозиційний підхід до обробки нечітких оцінок експертів при аналізі аналітичних ієрархій. [1, 2] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Властивості інтервальної матриці парних порівнянь. Узгоджена інтервальна матриця парних порівнянь. Властивості узгодженої інтервальної МПП. [1, 2]</p>
9	<p>Тема 2.2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів.</p> <p>Оцінювання альтернатив рішень за критерієм з використанням нечітких оцінок експертів: <i>Fuzzy RGMM</i> і <i>Fuzzy ANP</i> на основі розширених бінарних арифметичних операцій. Модель <i>Fuzzy Preference Programming</i> розрахунку пріоритетів альтернатив з інтервальної матриці парних порівнянь, що використовує нечіткі відношення переваги. [1]. Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Вплив параметрів моделі FPP на розв'язок. [1]</p>
10	<p>Тема 2.2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів (продовження)</p> <p>Розширені допустимі області пріоритетів альтернатив. Лінійні та нелінійні двохетапні моделі оптимізації обробки інтервальної матриці парних порівнянь. Вплив параметрів моделей на розв'язок. Моделі GPM, TLGP і LUAM. [1, 10] Приклади застосування вказаних моделей до інтервальних матриць парних порівнянь з різними властивостями.</p> <p>Завдання на СРС: Нечіткі фундаментальні шкали. Критерії порівняння результатів, отриманих різними нечіткими методами розрахунку локальних ваг [1]</p>
11	<p>Тема 2.2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів (продовження)</p> <p>Сімейство адитивних моделей. [1] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади</p>
12	<p>Тема 2.3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких матриць парних порівнянь [1, 7, 8]</p> <p>Тема 2.4. Методи агрегування нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР</p> <p>Постановка задачі. Моделі агрегування нечітких пріоритетів (ваг) альтернатив рішень за розширеними дистрибутивним і мультиплікативним методами. [1, 2, 8, 13] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади</p>
13	<p>Тема 2.5. Методи нормування нечітких ваг. Ранжування нечітких ваг.</p> <p>Нормалізація (нормування) нечітких пріоритетів альтернатив рішень, що базується на принципі розширення бінарних арифметичних операцій. Моделі оптимізації для нормування нечітких пріоритетів альтернатив рішень. Методи ранжування нечітких ваг, що базуються на розрахунку чітко невідомованих альтернатив. [1] Приклади.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади</p>
14	<p>Тема 2.6. Приклади розв'язання задач пошуку компромісів між цілями, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків. Умови стійкості розв'язків.</p> <p>Завдання на СРС: Графічні методи оцінювання чутливості розв'язку, отриманого методами аналізу ієрархій: градієнтний, динамічний, різницевий. [1, 2, 5, 9, 12, 14].</p> <p>Стійкі елементи ієрархії. Розрахунок діапазонів змін пріоритетів критеріїв (цілей), які призводять до змін рангів альтернатив (випадки використання дистрибутивного і мультиплікативного синтезу). [1, 2] Приклад оцінювання чутливості розв'язку задачі визначення відносної привабливості альтернативних варіантів інвестування.</p>
15	<p>Тема 2.6. Приклади використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж в задачах економіки та фінансів для оптимального розподілу ресурсів між проектами, для побудови рейтингів, знаходження пріоритетів в умовах невизначеності (продовження)</p> <p>Завдання на СРС: Знаходження стійких альтернатив рішень. Розрахунок діапазонів змін</p>

	пріоритетів альтернатив, які призводять до змін рангів альтернатив (випадки використання дистрибутивного і мультиплікативного агрегування) [1, 2, 5, 9, 12, 14].
16	<p><i>Тема 3.1. Загальний підхід до групового оцінювання елементів ієрархічних та мережеских моделей ППР. Агрегування індивідуальних МПП. Агрегування індивідуальних пріоритетів /ваг. [1]</i></p> <p><i>Тема 3.2. Методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережескої моделей ППР. [1]</i></p> <p>Завдання на СРС: Розрахунок коефіцієнтів компетентності членів групи [1].</p>
17	<p><i>Тема 3.2. Методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережескої моделей ППР (продовження)</i></p> <p><i>Тема 3.3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких експертних оцінок парних порівнянь, наданих групою експертів. [1]</i></p> <p>Завдання на СРС: Приклади розв'язання практичних задач. [1]</p>
18	<p><i>Тема 3.4. Приклади розробки колективних рішень акторів з різними (конфліктними) інтересами. [1]</i></p> <p><i>Невирішені питання. Перспективи подальших досліджень.</i></p>

Практичні/ лабораторні заняття

Метою практичних/ лабораторних занять є закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, набуття умінь розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків; порівняння різних методів і моделей аналітичних ієрархій та мереж підтримки прийняття рішень, дослідження окремих властивостей цих методів, формування умінь та навичок використання комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень для оцінювання аналітичних ієрархій і мереж з метою вирішення практичних задач. В результаті виконання робіт студенти повинні вміти формувати ієрархічні та мережескі моделі для різних практичних задач підтримки прийняття рішень, застосовувати методи і моделі аналітичних ієрархій та мереж для вирішення практичних завдань підтримки прийняття рішень.

№ з/п	Тема занять	Кількість ауд. годин
1	Розв'язання задач ППР базовими методами аналітичних ієрархій та мереж. Порівняльний аналіз результатів.	6
2	Дослідження методів розрахунку нечітких локальних ваг для нечітких матриць парних порівнянь з різними властивостями.	6
3	Розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків, використовуючи нечіткі методи аналітичних ієрархій та мереж. Порівняльний аналіз результатів.	6

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	<i>Тема 1.1. Ієрархічні та мережескі моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Загальні етапи базових методів аналітичних ієрархій та мереж.</i>

	<p>Завдання на СРС: Повні ієрархії, їх властивості. Види домінантних ієрархій. Приклади побудови домінантних ієрархій [1 – 4]</p>
2	<p><i>Тема 1.2. Розрахунок локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі чітких матриць парних порівнянь (МПП).</i></p> <p>Завдання на СРС: Властивості додатних обернено-симетричних мультиплікативних матриць парних порівнянь. Теорема Перрона-Фробеніуса. [1, 10] Метод АН парних порівнянь. Порівняння методів парних порівнянь. [1, 2, 6]</p>
3	<p><i>Тема 1.3. Оцінювання і підвищення узгодженості чітких МПП.</i></p> <p>Завдання на СРС: Алгоритми коригування МПП стійкі до нетранзитивних суджень [1,2, 7]</p>
4	<p><i>Тема 1.4. Агрегування локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.</i></p> <p>Завдання на СРС: Матриці парних порівнянь як матриці інцидентності орієнтовних графів спеціальної структури. Інтерпретація пріоритетів за допомогою графів. [1, 11]</p>
5	<p><i>Тема 1.5. Приклади розв'язання практичних задач вибору, оцінювання альтернатив і критеріїв рішень, розподілу ресурсів, побудови рейтингів та пріоритетів, оцінювання сценаріїв розвитку, планування, оцінювання ризиків. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі методів аналітичних ієрархій та мереж.</i></p> <p>Завдання на СРС: Приклади розв'язання задач вибору місця розташування обладнання на підприємстві, оцінювання долі ринку компанії-виробника споживчої продукції, розподілу ресурсів між інвестиційними проектами. Прямий і зворотній процеси оцінювання сценаріїв з використанням методів аналізу аналітичних мереж. Приклади розв'язання задач планування з використанням методів ієрархій та мереж.</p>
6	<p><i>Тема 2.1. Загальний підхід до обробки нечітких матриць парних порівнянь. Основи теорії нечітких множин та нечіткого математичного програмування.</i></p> <p>Завдання на СРС: Властивості інтервальної матриці парних порівнянь. Узгоджена інтервальна матриця парних порівнянь, її властивості [1, 2]</p>
7	<p><i>Тема 2.2. Методи розрахунку нечітких локальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР з використанням нечітких оцінок експертів.</i></p> <p>Завдання на СРС: Вплив параметрів моделі FPP на розв'язок. Нечіткі фундаментальні шкали. Критерії порівняння результатів, отриманих різними нечіткими методами розрахунку локальних ваг [1, 2]</p>
8	<p><i>Тема 2.6. Приклади розв'язання задач пошуку компромісів між цілями, мінімізації ризиків та витрат, отримання найбільших прибутків. Умови стійкості розв'язків.</i></p> <p>Завдання на СРС: Графічні методи оцінювання чутливості розв'язку, отриманого методами аналізу ієрархій: градієнтний, динамічний, різницевий. [1, 2] Стійкі елементи ієрархії. Розрахунок діапазонів змін пріоритетів критеріїв (цілей), які призводять до змін рангів альтернатив (випадки використання дистрибутивного і мультиплікативного синтезу). [1, 2] Приклад оцінювання чутливості розв'язку задачі визначення відносної привабливості альтернативних варіантів інвестування.</p>
9	<p><i>Тема 2.6. Приклади використання нечітких методів аналітичних ієрархій та мереж в задачах економіки та фінансів для оптимального розподілу ресурсів між проектами, для побудови рейтингів, знаходження пріоритетів в умовах невизначеності (продовження)</i></p> <p>Завдання на СРС: Знаходження стійких альтернатив рішень. Розрахунок діапазонів змін пріоритетів альтернатив, які призводять до змін рангів альтернатив (випадки використання дистрибутивного і мультиплікативного агрегування) [1, 2].</p>

10	<p><i>Тема 3.2. Методи розрахунку групових нечітких локальних та глобальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.</i></p> <p>Завдання на СРС: Розрахунок коефіцієнтів компетентності членів групи [1, 2].</p>
11	<p><i>Тема 3.3. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких експертних оцінок парних порівнянь, наданих групою експертів.</i></p> <p>Завдання на СРС: Приклади розв'язання практичних задач.</p>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- при захисті практичних робіт забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті;
- при виконанні модульної контрольної роботи забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті;
- на заняття бажано відключати телефони;
- за несвоєчасну подачу звіту з практичної роботи можуть нараховуватись штрафні бали: –0.3 балів за кожний тиждень запізнення.

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

Поточний контроль: Модульна контрольна робота.

Перша частина модульної контрольної роботи містить два теоретичні питання і дві задачі.

Оцінки за теоретичні питання визначаються за шкалою:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Оцінки за задачі визначаються за шкалою:

- завдання виконано правильно – 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 балів.

Друга частина модульної контрольної роботи містить два теоретичні питання і дві задачі.

Оцінки визначаються за тією ж шкалою, що і для першої частини контрольної, наведені вище.

Максимальна кількість балів за модульну КР складає $4*5$ (перша частина) + $4*5$ (друга частина) = 40 балів.

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: виконання і захист всіх практичних/ лабораторних робіт. Для отримання екзамену з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також всі виконані і захищені практичні роботи.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) виконання та захист 3 практичних/лабораторних робіт;
- 2) виконання модульної контрольної роботи.

Система рейтингових балів

1. Практичні роботи. Упродовж семестру студент має виконати **3 практичні роботи (ПР)**.

Рейтингова оцінка кожної ПР складається з 3 частин, кожна з яких оцінюється окремо.

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

- за умови правильно оформленого звіту з точним виконанням завдання ПР – 5 балів;
- за наявності несуттєвих неточностей в оформленні або процедурі виконання ПР – 4 бали;
- за наявності порушень в оформленні, неповного або неточного виконання ПР – 3 бали.

За несвоєчасну подачу звіту з ПР можуть нараховуватись штрафні бали: –0.5 балів за кожний тиждень запізнення, максимум –2 штрафних бали за роботу.

б. Якість захисту матеріалу. В цій частині оцінюється ступінь володіння кодом програми та теоретичним матеріалом за темою роботи.

- відмінне володіння матеріалом – 5 балів;
- добре володіння матеріалом – 4 бали;
- задовільне володіння матеріалом – 3 бали.

в. Опрацювання наукових статей (літератури) за темою роботи. В цій частині оцінюється ступінь володіння новітніми розробками за темою роботи.

- відмінне володіння – 10 балів;
- добре володіння – 8 - 9 бали;
- задовільне володіння – 6 - 7 бали.

Максимальна кількість балів за всі ПР кредитного модулю дорівнює:

$20 \cdot 3 = 60$ балів.

2. Модульна контрольна робота.

Перша частина модульної контрольної роботи містить два теоретичні питання і дві задачі.

Оцінки за теоретичні питання визначаються за шкалою:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Оцінки за задачі визначаються за шкалою:

- завдання виконано правильно – 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 балів.

Друга частина модульної контрольної роботи містить два теоретичні питання і дві задачі.

Оцінки визначаються за тією ж шкалою, що і для першої частини контрольної, наведені вище.

Максимальна кількість балів за модульну КР складає $4 \cdot 5$ (перша частина) + $4 \cdot 5$ (друга частина) = 40 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 38 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 19 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 76 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 38.

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 100. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і захист всіх практичних робіт. Для отримання екзамену з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також всі виконані і захищені практичні/ лабораторні роботи.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів і всі виконані і захищені практичні/ лабораторні роботи, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують екзаменаційну контрольну роботу. При цьому до балів за практичні роботи додаються бали за екзаменаційну контрольну роботу, і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань різних розділів робочої програми і двох практичних завдань.

Кожне теоретичне питання контрольної роботи (r_{m1}, r_{m2}) оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Кожне практичне завдання контрольної роботи (r_{n1}, r_{n2}) оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- завдання виконано правильно – 10 балів;
- завдання виконано з незначними помилками або неточностями – 8-9 балів;
- завдання виконано не повністю або з суттєвими помилками – 6-7 балів;

завдання не виконано – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено в додатку А.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, д.т.н., доц. Недашківська Надія Іванівна

Ухвалено кафедрою ММСА НН ІПСА (протокол № 14 від 30.06.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.

Додаток А. Перелік питань на екзамен

1. Ієрархії для представлення складних систем. Навести приклади.
2. Формалізація ієрархії як частково впорядкованої множини. Властивість покриття.
3. Повні і неповні ієрархії. Навести приклади.
4. Функція ваги на ієрархії.
5. Постановка задачі ієрархічної композиції для часткового випадку ієрархії з двома рівнями.
6. Методи лінійних згорток (дистрибутивний та ідеальний методи) для агрегування на ієрархії з двома рівнями.
7. Методи нелінійних згорток (мультиплікативний та максимінний методи) для агрегування на ієрархії з двома рівнями.
8. Метод групового врахування бінарних відношень переваг для агрегування на ієрархії з двома рівнями.
9. Постановка задачі агрегування для загального випадку ієрархії з довільною кількістю рівнів.
10. Принцип адитивності зважування на ієрархії з довільною кількістю рівнів. Навести графічну інтерпретацію.
11. Ієрархічна композиція для ієрархії з довільною кількістю рівнів. Навести графічну інтерпретацію.
12. Домінантні ієрархії та їх побудова. Навести приклади.
13. Приклади ієрархій для задач вибору альтернативи рішень, оцінювання, розподілу ресурсів.
14. Етапи прямого і зворотного процесів планування та розвитку.
15. Функції, принципи, аксіоми базового методу аналітичних ієрархій.
16. Етапи базового методу аналітичних ієрархій.
17. Етап парних порівнянь базового методу аналітичних ієрархій. Адитивні та мультиплікативні матриці парних порівнянь. Фундаментальна шкала відносної важливості.
18. Етап розрахунку локальних пріоритетів (ваг) елементів ієрархії. Сформулювати методи, які використовуються для розрахунку локальних ваг.
19. Етап оцінювання узгодженості експертних оцінок парних порівнянь. Навести розрахункові формули для показників узгодженості.
20. Етап розрахунку глобальних пріоритетів (ваг) елементів ієрархії. Сформулювати методи, які використовуються для розрахунку глобальних ваг.
21. Постановка задачі розрахунку локальних ваг елементів ієрархії. Метод безпосереднього оцінювання, його недоліки.
22. Поняття матриці парних порівнянь (МПП). Адитивні та мультиплікативні МПП. Узгоджені МПП. Навести приклади.
23. Метод головного власного вектору (ЕМ) розрахунку ваг з узгодженої і неузгодженої мультиплікативних МПП.

24. Означення неприводимої матриці. Навести приклад.
25. Теорема Перрона-Фробеніуса.
26. Поняття примітивної та циклічної матриць. Критерій примітивності.
27. Метод геометричної середньої (RGMM) розрахунку ваг з мультиплікативних МПП. Сформулювати і довести твердження про мінімізацію функції $m(D, C) = \left(\sum_{j>i} (\ln d_{ij} - \ln c_{ij})^2\right)^{1/2}$ в просторі МПП.
28. Довести, що для будь-якої мультиплікативної МПП розмірності 3, ваги, розраховані методами EM і RGMM, співпадають.
29. Довести, що якщо мультиплікативна МПП узгоджена, то ваги, розраховані методами EM і RGMM, співпадають.
30. Метод арифметичної нормалізації (AN) розрахунку ваг з мультиплікативних МПП. Довести, що МПП $D = \{(d_{ij}) | i, j = 1, \dots, n\}$ узгоджена тоді і тільки тоді, коли всі стовпчики матриці $D = \{(d_{ij} / \sum_{i=1}^n d_{ij}) | i, j = 1, \dots, n\}$ однакові.
31. Метод “лінія” парних порівнянь.
32. Мережева структура підтримки прийняття рішень. Види залежностей. Навести приклад.
33. Функціонал впливу на мережевій структурі підтримки прийняття рішень. Навести приклад.
34. Матриці парних порівнянь в методі аналізу аналітичних мереж. Навести приклад.
35. Етапи методу аналітичних мереж.
36. Значення границі при піднесенні зваженої блочної матриці ваг в цілі ступені.
37. Розрахунок глобальних ваг елементів кластерів у випадку неприводимої циклічної блочної матриці ваг.
38. Методи знаходження найбільш неузгоджених елементів в МПП: метод CI для укороченої МПП і метод Хі-квадрат.
39. Методи Transitivity і M_OutFlow знаходження найбільш неузгоджених елементів в МПП.
40. Алгоритм коригування МПП без участі експертів.
41. Постановка задачі аналізу чутливості. Графічні методи аналізу чутливості.
42. Стійкі елементи ієрархії. Розрахунок діапазонів змін пріоритетів критеріїв /цілей, які призводять до змін рангів альтернатив (випадок використання дистрибутивного синтезу).
43. Розрахунок діапазонів змін пріоритетів критеріїв/ цілей, які призводять до змін рангів альтернатив (випадок використання мультиплікативного синтезу).
44. Декомпозиційний підхід до обробки нечітких матриць парних порівнянь.
45. Нечітка матриця парних порівнянь оцінок експертів та її властивості. Узгоджена нечітка матриця парних порівнянь. Критерій узгодженості.
46. Поняття інтервальної МПП. Узгоджені інтервальні МПП.
47. Нечіткі фундаментальні шкали.
48. Оцінювання альтернатив рішень за критерієм з використанням нечітких оцінок експертів: методи Fuzzy RGMM і Fuzzy AHP на основі розширених бінарних арифметичних операцій.
49. Метод GPM розрахунку ваг на основі інтервальної МПП.

50. Метод LUAM розрахунку ваг на основі інтервальної МПП.
51. Метод TLGP розрахунку ваг на основі інтервальної МПП.
52. Сімейство адитивних моделей розрахунку ваг на основі інтервальної МПП.
53. Метод нечіткого програмування переваг FPP розрахунку ваг на основі інтервальної МПП. Індекс узгодженості $CI(FPP)$.
54. Оцінювання узгодженості нечітких матриць парних порівнянь.
55. Підвищення узгодженості нечітких матриць парних порівнянь.
56. Нормалізація (нормування) нечітких пріоритетів альтернатив рішень, що базується на принципі розширення бінарних арифметичних операцій.
57. Моделі оптимізації для нормування нечітких пріоритетів альтернатив рішень.
58. Методи ранжування нечітких ваг.
59. Загальний підхід до групового оцінювання елементів ієрархічних та мережевих моделей ППР.
60. Агрегування індивідуальних МПП. Агрегування індивідуальних пріоритетів /ваг при груповому прийнятті рішень.
61. Методи розрахунку групових нечітких локальних елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.
62. Методи розрахунку групових нечітких глобальних ваг елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР.
63. Оцінювання і підвищення узгодженості нечітких експертних оцінок парних порівнянь, наданих групою експертів.
64. Розрахунок коефіцієнтів компетентності членів групи.