



МАШИННЕ НАВЧАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Наука про дані та математичне моделювання</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год. / 4 кредити, лекції 36 год., лабораторні 18 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/контрольна робота, лабораторні роботи</i>
Розклад занять	<i>Лекція – 2 год. на тиждень, лабораторні роботи – 1 год. на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф., д.т.н. Чертов Олег Романович, chertov@i.ua Лабораторні: Жук Іван Сергійович, ivan.sergeyevich.zhuk@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://1----2021-workspace.slack.com/archives/C02CG2YPZL7</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних принципів, ідей та методів системного аналізу, необхідних для формування практичних навичок їх застосування в обраній предметній галузі; розвиток логічного та системного мислення, формування здатності до розв'язування складних міждисциплінарних задач.

Предметом навчальної дисципліни є методи діагностики та вирішення складних проблем з використанням системного підходу; способи організації міждисциплінарних досліджень, які спрямовані на вирішення проблем; методи і моделі комплексного дослідження і проектування складних систем..

Програмними результатами навчання передбачається отримання наступних компетенцій та результатів навчання (у застосуванні до предметної галузі системного аналізу):

- Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.*
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).*
- Здатність бути критичним і самокритичним.*
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.*
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*

- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.
- Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.
- Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних
- Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
- Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.
- Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.
- Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.
- Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.
- Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.
- Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.
- Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в команді.
- Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

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

Необхідно опанування університетських курсів дискретної математики, математичної статистики, методів оптимізації, аналізу даних, дослідження операцій, математичного програмування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Системний аналіз як універсальна наукова методологія. Основні поняття та принципи

Тема 1.1. Виникнення та розвиток системних уявлень. Ознаки системності

Тема 1.2. Системи. Моделі систем

Тема 1.3. Декомпозиція та агрегування в СА

Розділ 2. Задачі вибору в СА. Інформаційний аналіз

Тема 2.1. Вибір в умовах визначеності

Тема 2.2. Вибір в умовах невизначеності

Тема 2.3. Вибір і відбір. Інформаційний аналіз

Розділ 3. Структурно-функціональний аналіз. Передбачення і прогноз

Тема 3.1. Структурно-функціональний аналіз у задачах СА

Тема 3.2. СА багатofакторних ризиків

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Катренко А.В. Системний аналіз: підручник. – Львів: «Новий світ-2000», 2018. – 396 с.
2. Катренко А.В. Прийняття рішень: теорія та практика: підручник / А.В. Катренко, В.В. Пасічник. – Львів: "Новий Світ – 2000", 2021. – 446 с.
3. Варенко В. М. Системний аналіз інформаційних процесів: Навч. посіб. / В. М. Варенко, І. В. Братусь, В. С. Дорошенко, Ю. Б. Смольников, В.О. Юрченко. – К.: Університет «Україна», 2013. – 203 с. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/2010>
4. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: Навч. посібник/К.О. Сорока. – ХНАМГ., 2004. – 291 с. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/10895/>
5. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). – Computer Systems Laboratory, National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD 20899, 1993. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub183.pdf>

Допоміжна література

1. Згуровський М. З. Основи системного аналізу: Підручник / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К.: ВНУ, 2007. – 544 с.
2. Катренко А.В. Дослідження операцій: підручник / А.В. Катренко; Міністерство освіти і науки України. Львів : Видавництво "Магнолія-2006", 2020. 349 с.
3. Швець С. В. Основи системного аналізу : навчальний посібник / С. В. Швець, У. С. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 126 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського. Матеріали з дисципліни «Системний аналіз». – Режим доступу : <http://login.kpi.ua>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекції

Лекції 1-2 Виникнення та розвиток системних уявлень. Ознаки системності

Системність практичної діяльності людини та внутрішня системність процесу пізнання. Системність середовища, що оточує людину. Основні ознаки системності.

Лекції 3-4 Системи. Моделі систем

Поняття моделі. Ієрархія моделей. Ціль як модель. Класифікація моделей. Бажані властивості моделей. Спроби дати означення системи. Формальна структурна схема системи як об'єднання моделей систем "чорного ящика", складу, структури. Класифікації систем.

Лекції 5-6 Декомпозиція та агрегування в СА

Аналіз і синтез в системних дослідженнях. Змістовна модель системи як основа декомпозиції. Зв'язок між формальними та змістовними моделями. Проблема повноти моделі. Необхідний компроміс між повнотою та простотою системи. Приклади декомпозиції. Алгоритм декомпозиції. Операція агрегування. Загальна властивість

агрегатів – емерджентність. Агрегати конфігуратори, оператори, структури.
Класифікація як агрегування.

Лекції 7-8 Вибір в умовах визначеності

Вибір як реалізація цілі. Причини множинності вибору. Критеріальний спосіб фіксації вибору. Багатокритеріальний вибір (згортка критеріїв, умовна оптимізація, пошук альтернативи з відомою властивістю, пошук множини Парето). Фіксація вибору на основі бінарних відношень. Відношення еквівалентності, порядку, домінування. Фіксація вибору на основі функцій вибору.

Лекції 9-10 Вибір в умовах невизначеності

Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето. Розкриття невизначеності в задачах взаємодії. Розкриття невизначеності в задачах конфлікту стратегій. Поняття концептуальної невизначеності. Відтворення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності. Задача формування функцій наближення. Формування функцій наближення у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей.

Лекції 11-12 Вибір і відбір. Інформаційний аналіз

Вибір і відбір. Елементи теорії елітних груп (процедури «претендент-рекомендатель», «прополка», «збір врожаю», «делегування»). Основні цілі й задачі інформаційного аналізу. Аналіз кількісних та якісних характеристик інформації. Формалізація характеристик і показників інформованості особи, яка приймає рішення.

Лекції 13-14 Структурно-функціональний аналіз (СФА) у задачах СА

Властивості та особливості складних ієрархічних систем. Обмеження і припущення задач СА складних ієрархічних систем. Формалізація задачі СФА. Загальна стратегія розв'язання задачі СФА. Метод цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури. Поняття про системну параметричну оптимізацію. Алгоритм розв'язання задачі параметричної оптимізації.

Лекції 15-16 СА багатофакторних ризиків

Загальна задача системного аналізу багатофакторних ризиків. Властивості та особливості функціонування технічних систем в умовах багатофакторних ризиків. Аналіз багатофакторних ризиків виникнення аварій і катастроф. Основи стратегії гарантованої безпеки. СА властивостей та особливостей задач багатофакторних ризиків.

Лекції 17-18 Системна методологія передбачення і прогнозування

Сфери застосування методів передбачення і прогнозування та принципові відмінності між ними. Сценарний аналіз як методологічна основа передбачення. Системне застосування творчих якостей людини та об'єктивних знань у задачах передбачення. Інформаційна платформа сценарного аналізу як інструмент передбачення. Рівні ієрархії інформаційної платформи сценарного аналізу. Економічні та соціальні фактори використання передбачень в інноваційній діяльності.

5.2. Практичні заняття

1. Принципи системного підходу

Властивості систем та їх класифікація. Подання системи у вигляді «чорного ящика»

2. Прийняття рішень в умовах нестачі інформації

Побудова дерева рішень

3. Прийняття рішень методом аналітичної ієрархії Сааті

Метод парних порівнянь Сааті. Перевірка експертних оцінок на несуперечливість. Задачі багатокритеріального вибору альтернатив. Схема ієрархічної декомпозиції

4. Прийняття рішень у багатокритеріальних задачах в умовах невизначеності та ризику

Критерій Байєса

Критерій Бернуллі-Лапласа
Критерій Вальда
Критерій оптимізму
Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца

5. Колективні методи експертного аналізу – I

Метод переваг. Перевірка узгодженості експертних оцінок

6. Колективні методи експертного аналізу – II

Метод рангу. Перевірка узгодженості експертних оцінок

7. Метод розв'язувальних матриць

Застосування методу Г.С. Поспелова для декомпозиції системної задачі.

8. Модульна контрольна робота

9. Залік

5.3. Лабораторні роботи

1 Подання системи у вигляді «чорного ящика»

- 1. Побудувати «чорний ящик» системи, виділивши по 7-8 входів і виходів.*
- 2. Встановити зв'язки між входами і виходами.*
- 3. На підставі зв'язків виділити найбільш істотні входи і виходи.*
- 4. Виділити сильні і слабкі сторони системи.*

2 Побудова функціональної моделі системи

- 1. Побудувати з використанням стандарту IDEF0 функціональну модель першого рівня для обраної системи.*
- 2. Побудувати моделі другого, за необхідності – третього і т. д. рівнів для обраної системи.*
- 3. Зробити висновки щодо доцільності та користі використання функціональних моделей.*

3 Рішення слабоструктурованих задач методом аналізу ієрархій (МАІ)

- 1. Ознайомлення з поняттям слабоструктурованої задачі, зокрема з одним з класів таких задач – задачами багатокритеріального вибору альтернатив.*
- 2. Опанування метода аналізу ієрархій і використання його для вирішення слабоструктурованих задач.*

4 Методи і процедури прийняття рішень у багатокритеріальних задачах

- 1. Вивчення методів і процедур багатокритеріального вибору альтернатив;*
- 2. Застосування методів багатокритеріального вибору альтернатив для аналізу і вибору управлінських рішень.*

5 Застосування колективного методу експертного аналізу (методу рангу) для рішення неструктурованих задач

- 1. Вивчення колективних методів і процедур експертного аналізу.*
- 2. Застосування колективних методів і процедур експертного аналізу для вибору і аналізу альтернатив.*

6. Самостійна робота студента

1 Принципи системного підходу

*Властивості систем та їх класифікація. Подання системи у вигляді «чорного ящика»
Виконання лабораторної роботи*

4 год.

2 Прийняття рішень в умовах нестачі інформації

*Побудова дерева рішень
Виконання лабораторної роботи*

6 год.

3 Прийняття рішень методом аналітичної ієрархії Сааті

8 год.

	<i>Метод парних порівнянь Сааті. Перевірка експертних оцінок на несуперечливість. Задачі багатокритеріального вибору альтернатив. Схема ієрархічної декомпозиції</i>	
	<i>Виконання лабораторної роботи</i>	
4	Прийняття рішень у багатокритеріальних задачах в умовах невизначеності і ризику	
	<i>Критерій Байєса</i>	
	<i>Критерій Бернуллі-Лапласа</i>	8 год.
	<i>Критерій Вальда</i>	
	<i>Критерій оптимізму</i>	
	<i>Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца</i>	
	<i>Виконання лабораторної роботи</i>	
5	Колективні методи експертного аналізу – I	
	<i>Метод переваг.</i>	4 год.
	<i>Перевірка узгодженості експертних оцінок</i>	
6	Колективні методи експертного аналізу – II	
	<i>Метод рангу.</i>	6 год.
	<i>Перевірка узгодженості експертних оцінок</i>	
	<i>Виконання лабораторної роботи</i>	
7	Метод розв'язувальних матриць	
	<i>Застосування методу Г.С. Поспелова для декомпозиції системної задачі.</i>	4 год.
8	Підготовка до модульної контрольної роботи	4 год.
9	Підготовка до заліку	4 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- *Відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.*
- *На лекційних заняттях студенти повинні слухати уважно, конспектувати лекції, не створювати шуму. Дозволяється задавати питання для з'ясування незрозумілих моментів та відповідати на запитання викладача. Мобільні телефони, планшети, смарт-годинники та інші гаджети мають бути вимкнені або встановлені на беззвучний режим, користуватися ними не дозволяється.*
- *На практичних заняттях студенти повинні активно працювати, вирішувати запропоновані викладачем завдання у власних зошитах чи біля дошки (якщо заняття відбуваються в очному режимі). Дозволяється задавати питання для з'ясування незрозумілих моментів та відповідати на запитання викладача. Мобільні телефони, планшети, смарт-годинники та інші гаджети можуть використовуватися з дозволу викладача для виконання обчислень та пошуку інформації у беззвучному режимі.*
- *Лабораторні роботи виконуються за допомогою програмних засобів, обраних на власний розсуд. Звіт оформляється у вигляді файлу формату PDF і надсилається викладачеві для попередньої перевірки та зберігання в електронній формі. захист відбувається в усній формі, очно або в режимі конференції (при дистанційній формі навчання). На захисті студент має розповісти хід виконання роботи, сформулювати висновки, відповідати на питання викладача. Роботи потрібно здавати та захищати вчасно, за запізнення оцінка знижується.*
- *Модульна контрольна робота виконується під час відповідних практичних занять протягом фіксованого часу і здається у паперовому вигляді, якщо заняття відбуваються в очному режимі, або надсилається викладачеві в електронній формі, якщо заняття відбуваються в дистанційному режимі. Під час виконання роботи дозволяється*

користуватися електронними засобами та власноруч написаними програмами для виконання обчислень (але не для пошуку інформації).

- Під час вивчення дисципліни студенти повинні дотримуватися правил академічної доброчесності, що передбачає зокрема неприпустимість плагіату, списування та інших способів видавання чужого доробку за свій. За недотримання цих правил передбачається покарання, що включає в себе вилучення порушника/порушників з відповідного контрольного заходу та виставлення за нього оцінки «0». Якщо при перевірці лабораторних робіт або модульної контрольної роботи виявляються ознаки списування, оцінка «0» виставляється і тому, хто списав, і тому, хто дав списати.

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з:

- 1) балів за виконання та захист лабораторних робіт;
- 2) балів за виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- 3) балів за активну роботу на практичних заняттях.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ

1. Бали за виконання та захист лабораторних робіт

Протягом семестру студенти виконують 5 лабораторних робіт.

Максимальна кількість балів за лабораторну роботу – 12.

Бали нараховуються за:

- якість реалізації роботи: 6 балів;
- відповідь під час захисту лабораторної роботи: 6 балів.

Критерії оцінювання якості реалізації роботи:

- 6 балів — робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 5 балів — робота виконана якісно, в повному обсязі, але має вади;
- 3-4 бали — робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;
- 1-2 бали — робота виконана не повністю або має суттєві помилки
- 0 балів — робота виконана невірно.

Критерії оцінювання відповідей під час захисту лабораторної роботи:

- 6 балів — відповіді під час захисту повні, добре аргументовані;
- 5 балів — у цілому відповіді правильні, але мають вади чи незначні помилки;
- 3-4 бали — відповіді неповні, або мають істотні вади;
- 1-2 бали — відповіді неповні, є суттєві помилки;
- 0 балів — немає відповідей або відповіді неправильні.

За невчасно здану без поважної причини лабораторну роботу оцінка знижується на 1 бал за кожний тиждень запізнення.

Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних робіт:

12 балів × 5 лаб. роб. = **60 балів.**

2. Бали за модульну контрольну роботу

Модульна контрольна робота містить 5 завдань.

Максимальна кількість балів за відповідь на кожне завдання: 4 бали.

Критерії оцінювання:

- 4 бали — відповідь повна і правильна;
- 3 бали — відповідь правильна, але неповна або містить незначні неточності;
- 1–2 бали — відповідь неповна і неточна;
- 0 балів — відповідь неправильна або відсутня.

Максимальна кількість балів за модульний контроль:

4 бали × 5 завдань = **20 балів.**

3. Бали за роботу на практичних заняттях

Бали нараховуються за активну роботу на практичних заняттях: до 4 балів за заняття, але не більше **20 балів** протягом усього семестру.

4. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$$R = R_c = 60 \text{ балів} + 20 \text{ балів} + 20 \text{ балів} = 100 \text{ балів.}$$

5. Умова допуску до заліку та визначення оцінки

Умовою допуску до заліку є відсутність заборгованості по лабораторних роботах та написання модульної контрольної роботи.

Якщо наприкінці семестру студент набрав не менше 60 рейтингових балів, а також виконав умови допуску до заліку, він отримує залік «автоматом» відповідно до табл. 1.

Студент може спробувати підвищити свою оцінку шляхом написання залікової контрольної роботи, при цьому його бали, отримані за семестр, зберігаються, а з двох отриманих студентом оцінок виставляється краща.

У разі, якщо сума рейтингових балів менша ніж 60, але виконані умови допуску до семестрового контролю, студент виконує на останньому за розкладом практичному занятті залікову контрольну роботу, при цьому його рейтинг анулюється, після чого бали нараховуються за результатами виконання залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота містить 4 запитання. Кожне запитання оцінюється 25 балами.

Критерії оцінювання кожного запитання залікової роботи:

25 балів — правильна та змістовна відповідь;

20–24 бали — відповідь правильна, змістовна, але має незначні вади;

15–19 балів — відповідь містить незначні помилки або є неповною (виконано більше 2/3 завдання);

10–14 балів — відповідь містить істотну помилку або є неповною (виконано 1/2-2/3 завдання);

5–9 балів — відповідь містить істотні помилки або є неповною (виконано 1/3-1/2 завдання);

1–4 бали — відповідь містить окремі правильні положення, але здебільшого невірна або відсутня;

0 балів — немає відповіді або відповідь цілком неправильна.

Максимальна кількість балів за залікову контрольну роботу:

25 балів × 4 запитання = **100 балів.**

За результатом виконання залікової контрольної роботи студент отримує залік відповідно до табл. 1.

Таблиця 1

Рейтингові бали, RD	Оцінка
95–100	відмінно
85–94	дуже добре
75–84	добре
65–74	задовільно
60–64	достатньо
Сума балів < 60	незадовільно
Рейтинг за семестр < 40	не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ПМА, канд. фіз.-мат. наук Лілією ВОВК

Ухвалено кафедрою ПМА (протокол № 7 від 09.02.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 5 від 25.03.2022)

Зразок модульної контрольної роботи

1. Бізнесмен планує відкрити нічний клуб неподалік від університету. За одним з можливих проектів, він може в денний час відкрити в будівлі клубу кафе для студентів. Інший варіант не пов'язаний з денним обслуговуванням клієнтів. Можливий і варіант, коли бізнесмен відмовиться від відкриття клубу взагалі. Представлені бізнес-плани показують, що план, пов'язаний з кафе, може принести прибуток в ... тис. грн. Без відкриття кафе бізнесмен може заробити ... тис. грн. Втрати в разі відкриття клубу з кафе складуть ... тис. грн., а без кафе – ... тис. грн. Побудуйте дерево рішень та визначте найбільш ефективну альтернативу на основі середньої вартісної цінності як критерію. Імовірність настання сприятливого стану дорівнює ...; несприятливого – ...

2. Задано матрицю попарних порівнянь для критеріїв. За допомогою методу аналізу ієрархій знайти ваги критеріїв та перевірити матрицю попарних порівнянь на узгодженість.

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
K_1	1				
K_2		1			
K_3			1		
K_4				1	
K_5					1

3. При розв'язанні багатокритеріальної задачі отримано платіжну матрицю ($A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ – альтернативи, B_1, B_2, B_3, B_4 – можливі стани зовнішніх умов):

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	0,26
A_2	0,18			
A_3	0,09			
A_4	0,25			
A_5	0,10			
A_6	0,12			

1) вважаючи, що ймовірності реалізації станів зовнішніх умов $P(B_1)=..., P(B_2)=..., P(B_3)=..., P(B_4)=...,$ визначити найкращу альтернативу за критерієм Байєса;

2) вважаючи, що ймовірності реалізації станів зовнішніх умов невідомі, визначити найкращу альтернативу:

а) за критерієм Вальда;

б) за критерієм оптимізму;

в) за критерієм Гурвіца з $\lambda=0,7.$

4. П'ять експертів виконали ранжування запропонованих шести альтернатив ($A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$). Найкращій альтернативі присвоюється ранг 1, наступній – ранг 2, і т. д. Було отримано наступну матрицю експертних оцінок.

Експерти	Альтернативи					
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
1	5					
2	6					
3	6					
4	4					
5	5					

1) Яка з альтернатив, на думку експертів, є найкращою?

2) Перевірити експертні оцінки на узгодженість.

5. Нехай $\alpha = (0,4 \ 0,2 \ 0,3 \ 0,1)^T$ – множина науково-технічних цілей, β – множина дослідно-конструкторських розробок, γ – множина прикладних досліджень, δ – множина фундаментальних досліджень. Знайти розподіл фінансування на фундаментальні дослідження, якщо задані матриці A, B, C , що визначають відображення α на β, β на γ, γ на δ відповідно.

	α_1	α_2	α_3	α_4
β_1				
β_2				
β_3				
β_4				
β_5				

	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
γ_1					
γ_2					
γ_3					
γ_4					

	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
δ_1				
δ_2				
δ_3				

