

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬОТНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
Кафедра інформаційних технологій та авіаційних робототехнічних систем

Суркова К.В.

Методологія наукових досліджень

Методичні рекомендації
до практичних занять
для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістра
спеціальності 272 «Авіаційний транспорт»
освітньо-професійної програми «Льотна експлуатація повітряних суден»

Кропивницький 2024

Рецензенти:

О.Г. Данилко – доцент кафедри інформаційних технологій та авіаційних робототехнічних систем, кандидат педагогічних наук, доцент

О.В. Задкова – доцент кафедри льотної експлуатації та безпеки польотів, кандидат педагогічних наук, доцент

С90

Суркова К.В.

Методологія наукових досліджень. Методичні рекомендації до практичних занять. 2-ге вид., переробл. і допов. Кропивницький ЛА НАУ, 2024. 36 с.

Методичні рекомендації містять необхідні матеріали для самостійного опрацювання тем і завдань дисципліни «Методологія наукових досліджень» та призначаються для здобувачів другого освітнього рівня спеціальності 272 «Авіаційний транспорт» за освітньо-професійною програмою: «Льотна експлуатація повітряних суден». Кількість годин відведених на практичні заняття відповідає робочій програмі з навчальної дисципліни.

Розглянуто та рекомендовано для видання і використання у освітньому процесі академії рішенням: кафедри інформаційних технологій та авіаційних робототехнічних систем, протокол № 2 від 02.09.2024,

НМР академії, протокол № 2 від 08.10.2024.

© Суркова К.В.,
2024

ЗМІСТ

Вступ		4
Тема 1	Понятійний апарат методології наукових досліджень. Інформаційне забезпечення наукових досліджень	5
Тема 2	Основні поняття будови та функціонування систем	7
Тема 3	Моделювання в наукових дослідженнях	10
Тема 4	Обробка результатів наукових досліджень	13
Тема 5	Аналіз результатів наукових досліджень	17
Тема 6	Експертні методи дослідження	27
Тема 7	Підготовка результатів наукових досліджень до апробації	30
Тема 8	Випускна кваліфікаційна магістерська робота: вимоги та оформлення	32
Список рекомендованих джерел інформації		35
Інформаційні ресурси		36

ВСТУП

Практичне заняття це одна із основних форм навчального заняття у закладі вищої освіти, на занятті проводиться детальний розгляд теоретичних положень та формуються вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання здобувачами вищої освіти (ВО) практичних завдань. Заняття проводяться з тем робочої програми навчальної дисципліни і є ефективною формою закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях і під час самостійної роботи з навчальною і науковою літературою. Практичне заняття сприяє формуванню вміння вирішувати конкретні практичні завдання. Головна мета практичних занять: опанування здобувачами ВО навчальної дисципліни, забезпечення глибокого і всебічного аналізу та колективного обговорення тематики дисципліни, навчання їх елементам творчого застосування отриманих знань на практиці.

Контроль теоретичних знань здобувачів ВО забезпечується шляхом використання різних методів контролю: поточне опитування, тестування, виконання та здача практичних робіт. Результатом засвоєння здобувачами ВО матеріалу дисципліни «Методологія наукових досліджень» є формування знань, навичок та умінь з наукової творчості та культури експериментування для отримання максимально можливої інформації при дослідженні процесів та систем авіаційного транспорту.

Метою викладання навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» є формування у здобувачів вищої освіти (ВО) знань, навичок і умінь, необхідних для вирішення завдань, пов'язаних з організацією і проведенням наукових досліджень та впровадженням їх результатів.

Основними завданнями дисципліни «Методологія наукових досліджень» є оволодіння здобувачами ВО методологією наукового дослідження; засвоєння знань з організації, проведення наукових досліджень з використанням сучасних методів, обробки та аналізу результатів, практичної їх реалізації; розвиток особистості майбутнього фахівця, формування компетенцій, що сприяють самореалізації в науково-дослідній діяльності при розв'язанні проблемних професійних завдань у галузі авіаційного транспорту.

Вивчення дисципліни «Методологія наукових досліджень» передбачає знання здобувачами вищої освіти дисциплін базової загальноосвітньої та професійної підготовки здобувачів, пов'язана з дисципліною: «Математичне моделювання професійних задач льотної експлуатації», а також з науково-дослідною та переддипломними практиками. Основні знання та вміння, засвоєні в межах навчальної дисципліни, можуть застосовуватися при подальшому вивченні фахових дисциплін, проведенні науково-дослідної та переддипломної практик і сприятимуть підготовці та захисту кваліфікаційної магістерської роботи.

Таблиця - Перелік тем з робочої програми, які виносяться на практичні заняття

№ з/п	Назва теми	Кількість годин на прак.заняття
1	Тема 1. Понятійний апарат методології наукових досліджень. Інформаційне забезпечення наукових досліджень	2
2	Тема 2. Основні поняття будови та функціонування систем	2
3	Тема 3. Моделювання в наукових дослідженнях	2
4	Тема 4. Обробка результатів наукових досліджень	2
5	Тема 5. Аналіз результатів наукових досліджень	2
6	Тема 6. Експертні методи дослідження	2
7	Тема 7. Підготовка результатів наукових досліджень до апробації	2
8	Тема 8. Випускна кваліфікаційна магістерська робота: вимоги та оформлення	2

Тема 1. Понятійний апарат методології наукових досліджень. Інформаційне забезпечення наукових досліджень

Практичне заняття 1

План

- 1.1 Поняття методології наукових досліджень. Рівні методології.
- 1.2 Методологічні підходи. Вибір методологічних підходів до конкретного дослідження.
- 1.3 Системний підхід.
- 1.4 Організація та етапи наукових досліджень.
- 1.5 Методи наукових досліджень та їх класифікація.
- 1.6 Види та джерела наукової інформації в авіаційній галузі.
- 1.7 Формування інформаційної бази дослідження.
- 1.8 Основні завдання огляду наукових джерел інформації.

Основні теоретичні відомості

Методологія - це вчення про організацію наукової діяльності (структура, логічна організація, принципи, методи і засоби).

Методологічний підхід означає сукупність прийомів, способів, використовуваних для впливу на яке-небудь явище або процес, вивчення якого-небудь явища або процесу, а також це вихідний принцип, вихідна позиція дослідника.

Системний підхід - один із головних напрямків методології спеціального наукового пізнання та соціальної практики, мета і завдання якого полягають у дослідженнях певних об'єктів як складних систем.

Наукова інформація - це логічна інформація, яка отримується в процесі пізнання, адекватно відображає закономірності об'єктивного світу і використовується в суспільно-історичній практиці.

Основні джерела науково-технічної інформації:

1. Монографія - це наукова праця, присвячена глибокому викладу матеріалу в конкретній, зазвичай вузькій галузі науки. Це наукова праця одного або декількох авторів. Це наукове видання, що містить повне й вичерпне дослідження якоїсь проблеми теми.
2. Збірник - це видання, яке складається з окремих робіт різних авторів, присвячених одному напрямку, але з різних його галузей. У збірнику публікуються закінчені праці з рекомендацією їх використання.
3. Періодичні видання - це журнали, бюлетені та інші видання з різних галузей науки і техніки. В періодичних виданнях можуть друкуватись праці і результати. Виклад матеріалу проводиться в популярній, доступній формі.
4. Спеціальні випуски технічних видань - це документи інформаційного, рекламного плану, аналітичні, статистичні дані з проблеми.
5. Патентно-ліцензійні видання (патентні бюлетені).
6. Стандарти - це нормативно-технічні документи щодо єдиних вимог до продукції, її розробки, виробництву та застосуванню.
7. Навчальна література - це підручники, навчальні посібники, навчально-методична література.
8. Надруковані документи - це дисертації, звіти про науково-дослідну роботу, окремі праці. Це документи для студентів, аспірантів, які займаються науково дослідною роботою: планові, звітні документи, статистичні та опубліковані доповіді, методичні та інструкційні матеріали.
9. Інформаційні ресурси науково-технічної інформації - це систематизовані зібрання науково-технічної літератури і документації, зафіксовані на паперових та інших носіях.
10. Інформаційні ресурси спільного користування - це сукупність інформаційних ресурсів державних органів науково-технічної інформації (бібліотека, фірми, організації);
11. Аналітико-статистична обробка науково-технічної та практичної інформації.

Джерела інформації для проведення досліджень в авіації:

- <http://uksatse.ua/> Укр аерорух
- <http://www.eurocontrol.int/> Євроконтроль
- <http://www.avia.gov.ua> Державіаслужба. Підсумки діяльності авіаційної галузі України
- <https://www.icao.int> The International Civil Aviation Organization (ICAO)
- Сайти авіакомпаній (Авіакомпанія «Міжнародні Авіалінії України» <https://www.flyuia.com>)
- Сайти аеропортів (<https://kbp.aero> Бориспіль)
- <http://www.mtu.gov.ua> Міністерство Інфраструктури
- <http://www.nbaai.gov.ua/> Національне бюро з розслідування на транспорті

Основні поняття: методологія, рівні методології, методологічний підхід, системний підхід, метод дослідження, наукова інформація.

Завдання:

1. З'ясуйте сутність поняття методологія наукових досліджень.
2. Розкрити процес організації наукових досліджень.
3. Назвіть етапи науково-дослідницької роботи
4. Засвоїти сутність методів наукових досліджень та їх класифікацію.
5. Ознайомтесь з джерелами наукової інформації в авіаційній галузі
5. З'ясуйте процес формування інформаційної бази дослідження.
6. Використовуючи Інтернет-джерела науково-технічної, професійної, статистичної інформації в авіаційній галузі сформуєте інформаційну базу за обраною темою дослідження:

Перед початком роботи:

1. Створіть документ MS Word. Введіть до нього наступну інформацію:
 - П.І.Б., група;
 - назва практичної роботи та дата її виконання;
 - вибрана тема наукових досліджень.
2. Розбийте документ на розділи, в яких буде згруповано знайдену інформацію стосовно обраної теми. Рекомендована структура:
 - інформація, знайдена на офіційних веб-сайтах;
 - інформація, знайдена за основними джерелами науково-технічної інформації (монографія, збірники, періодичні видання, навчальна література...);
 - нормативно-технічна документація;
 - інформація, знайдена на офіційних сайтах наукових бібліотек;
 - інформація, знайдена на офіційних сайтах ЗВО.
3. Кожен розділ, крім назви джерела з тематики дослідження, має містити короткий опис (анотацію) матеріалу цього джерела.
4. Під час роботи використовуйте матеріали Додатку до ПЗ 1.
5. Збережіть документ під назвою: ПЗ1 ПІБ №групи

Питання для самоперевірки:

1. Розкрийте поняття методологія наукових досліджень та її основні компоненти.
2. Назвіть основні джерела науково-технічної інформації.
3. Наведіть приклади наукових напрямів досліджень.
4. Які етапи наукового дослідження?
5. Схарактеризуйте системний підхід до наукового дослідження.
6. Яким чином співвідносяться між собою об'єкт та предмет наукового дослідження?
7. Які основні завдання огляду наукових джерел інформації.

Тема 2. Основні поняття будови та функціонування систем

Практичне заняття 2.

План

- 2.1 Основні поняття, що характеризують будову і функціонування систем.
- 2.2 Складна система. Формальні ознаки складної системи.
- 2.3 Структура системи. Базові структури систем: ієрархічна, мережева, матрична. Багаторівнева ієрархічна структура.
- 2.4 Системний аналіз. Етапи системного аналізу. Декомпозиція і агрегування.

Основні теоретичні відомості

Складна система - складовий об'єкт, частини якого можна як окремі системи, об'єднані в єдине ціле відповідно до певними принципами чи пов'язані між собою заданими відносинами.

Структура (будова, розташування) відбиває певні взаємозв'язку, взаєморозташування складових частин системи, її пристрій (будова).

Компоненти і підсистеми. При багаторівневому розчленуванні системи краще використовувати терміни підсистеми або компоненти. Поняття підсистеми враховує, що виділяється відносно незалежна частина системи, що має властивості системи і, зокрема, має підціль, на досягнення якої спрямована підсистема, а також інші властивості: властивість цілісності, комунікативності т.д.

Формальні ознаки складної системи:

1. Велика кількість різних елементів зі складними взаємозв'язками.
2. Наявність інформаційних потоків між підсистемами і елементами (крім потоків енергії і матеріальних об'єктів).
3. Відсутність єдиної формальної математичної моделі.
4. Наявність в структурі системи людини-оператора (колективу людей), що має визначальну роль.
5. Невизначений характер існування системи.
6. Наявність єдиної мети управління і зворотного зв'язку.

Системний аналіз - сукупність методологічних методів, призначених на вирішення складних проблем.

Під моделлю слід розуміти формальний опис досліджуваної системи. Моделі можуть бути з точки зору опису: математичними, алгоритмічними, графічними та ін. Найбільш адекватно відображає реальну систему - математична модель.

Декомпозиція як спосіб спрощення складного полягає у розкладанні складного цілого на дрібніші (і прості) частини.

Агрегування - об'єднання кількох елементів, підсистем в єдине ціле з урахуванням виявлених у процесі дослідження взаємозв'язків та пріоритетів

Основні поняття: складна система, структура системи, системний аналіз, моделювання, модель.

Завдання:

1. Визначте основні поняття, що характеризують будову систем.
2. Визначте основні поняття, що характеризують функціонування систем.
3. З'ясуйте поняття складної системи та формальні ознаки складної системи.
4. Поясніть метод системного аналізу як загальнонауковий метод дослідження складних систем.
5. Виконати тестові завдання.
6. За поданими темами підготувати реферат.

Виконати тестові завдання:

1. Ієрархічна структура зі «слабкими» зв'язками це:
 - а) в якій елемент нижчого рівня може бути підпорядкований одному вузлу вищого рівня,

- b) в якій елемент нижчого рівня може бути підпорядкований двом і більше вершинам вищого рівня;
 - c) в якій елемент вищого рівня може бути підпорядкований двом і більше вершинам нижчого рівня;
 - d) в якій елемент вищого рівня може бути підпорядкований одному вузлу нижчого рівня.
2. Найпростіша, неподільна частина системи, що визначається залежно від мети побудови та аналізу системи:
- a) компонент;
 - b) спостерігач;
 - c) елемент;
 - d) атом.
3. Компонент системи – це:
- a) частина системи, що має властивості системи та має власну підциль;
 - b) межа розподілу системи з погляду аспекту розгляду;
 - c) засіб досягнення мети;
 - d) сукупність однорідних елементів системи
4. Системний аналіз призначений для вирішення:
- a) складних проблем дослідження;
 - b) певних проблем дослідження;
 - b) загальних проблем дослідження.
5. Здатність системи без зовнішніх впливів зберігати свій стан як завгодно довго визначається поняттям:
- a) стійкість;
 - b) розвиток;
 - c) рівновага;
 - d) поведінка.
6. Об'єднання деяких компонентів системи у компонент вищого рівня –це:
- a) синергія;
 - b) агрегування;
 - c) ієрархія.
7. Мережева структура є:
- a) декомпозицію системи у часі;
 - b) декомпозицію системи у просторі;
 - c) відносно незалежні підсистеми, що взаємодіють між собою;
 - d) взаємини елементів у межах певного рівня;
8. Негативний зворотний зв'язок:
- a) якщо вихідний сигнал через якусь іншу ланку подається на вхід системи;
 - b) якщо вихідний сигнал однієї ланки є входом для іншої ланки;
 - c) якщо в системі забезпечується збереження зміни вихідного параметра;
 - d) якщо в системі забезпечується стабілізація необхідного значення вихідного параметра.
9. На якому етапі СА визначають межі системи, що досліджується?
- a) на першому;
 - b) на другому;
 - c) на третьому;
 - d) на першому та другому;
 - e) на четвертому.
10. Агрегування це:
- a) об'єднання кількох елементів, підсистем в єдине ціле з урахуванням виявлених у процесі дослідження взаємозв'язків та пріоритетів
 - b) метод, протилежний декомпозиції
 - c) поява нових якостей після об'єднання елементів та підсистем
11. Процес розбиття складної системи на підсистеми називають:

- a) емерджентність;
- b) агрегування;
- c) декомпозиція.

12. Перелічити основні поняття, що характеризують функціонування системи:

- a) стан системи, поведінка, стійкість, розвиток та рівновага;
- b) структура, мета системи, зв'язки та компоненти системи;
- c) входи та виходи системи, зовнішнє середовище, підсистеми;
- d) модель системи, входи та виходи системи, мета моделювання.

13. Рівновага системи:

- a) об'єднання кількох елементів, підсистем у єдине ціле з урахуванням виявлених у процесі дослідження взаємозв'язків та пріоритетів;
- b) розкладання системи на більш простих підсистем;
- c) поява нових якостей після об'єднання елементів та підсистем;
- d) здатність системи без зовнішніх збурювальних впливів (або постійних впливів) зберігати свій стан як завгодно довго.

14. Виберіть ознаки складної системи:

- a) Наявність інформаційних потоків між підсистемами та елементами (крім потоків енергії та матеріальних об'єктів);
- b) Якщо вихідний сигнал однієї ланки є входом для іншої ланки;
- c) Якщо вхідний сигнал для всіх ланок систему один і той же;
- d) Невизначений характер існування системи;
- e) Наявність єдиної формальної математичної моделі.

15. Перелічити основні поняття, що характеризують будову системи:

- a) стан системи, її поведінка, її стійкість, розвиток та рівновага;
- b) структура, елемент, підсистема, зв'язки та компоненти системи;
- c) входи та виходи системи, зовнішнє середовище, підсистеми;
- d) модель системи, входи та виходи системи, мета моделювання.

За поданими темами підготувати реферат.

1. Основні етапи розвитку системного аналізу
2. Стратифікований опис складних систем.
3. Механізм розвитку систем.
4. Подання системи як структурної схеми.
5. Системний аналіз та прийняття рішень.
6. Характеристика статистичних властивостей системи.
7. Характеристика динамічних властивостей системи.
8. Технічна система та її відмінні ознаки.
9. Забезпечення стійкості системи від впливу зовнішніх факторів
10. Класифікація систем в залежності від структури і просторово-часових властивостей.
11. Класифікація систем в залежності від характеру функцій.
12. Методи дослідження складних систем.
13. Закономірності ієрархічного впорядкування систем
14. Тенденції розвитку наукового знання в області організації й управління складними системами.
15. Прикладні моделі системного аналізу.
16. Модель структури системи.
17. Ієрархічна змістовна модель.
18. Роль зв'язків в структурі системи.
19. Потоки і процеси в системі.
20. Класифікація систем за способом керування.

Питання для самоперевірки:

1. Розкрийте поняття елемента та підсистеми.

2. Що таке системоутворюючий фактор системи? Яка його роль у системах?
3. Поясніть поняття рівноваги та стійкості системи.
4. Назвіть формальні ознаки складної системи.
5. Назвіть базові структури систем та охарактеризуйте їх.
6. Дайте характеристику етапів системного аналізу.
7. Поясніть сутність процедур декомпозиції та агрегування.

Тема 3. Моделювання в наукових дослідженнях **Практичне заняття 3.**

План

- 3.1 Моделювання як метод дослідження процесів в системі авіаційного транспорту.
- 3.2 Види моделей. Основні вимоги до моделі
- 3.3. Загальна характеристика об'єкта дослідження.
- 3.4 Методи формалізованого опису складних систем.
- 3.5 Статистичні методи формалізованого опису складних систем.
- 3.6 Статистичні функції та Пакет аналізу в MS Excel.

Основні теоретичні відомості

Моделювання - по-перше, побудова моделі, по-друге, вивчення моделі, по-третє, аналіз системи на основі даної моделі.

До всіх розроблюваних моделей пред'являються дві суперечливі вимоги:

- простота моделі;
- адекватність досліджуваної системі.

В залежності від загальної характеристики об'єкта дослідження (реальної системи) обирається математичний апарат.

У теорії алгоритмів під алгоритмом розуміють точну кінцеву систему правил, що визначає зміст і порядок дій виконавця над деякими об'єктами (вхідними і проміжними даними) для отримання (після кінцевого числа кроків) шуканого результату.

Методи формалізованого опису складних систем:

- аналітичні методи;
- статистичні методи;
- теоретико-множинні уявлення;
- логічні методи;
- лінгвістичні, семіотичні уявлення;
- графічні уявлення.

Сутність статистичних методів: ці методи дозволяють, не виявляючи все детерміновані зв'язки між досліджуваними об'єктами (подіями) або враховуваними компонентами складної системи, на основі вибіркового дослідження (дослідження репрезентативної вибірки) отримувати статистичні закономірності і розповсюджувати їх на поведінку системи в цілому.

При побудові регресійних моделей вирішальну роль відіграє якість даних. Збір даних створює фундамент моделі, тому є ряд вимог і правил, яких необхідно дотримуватися при зборі даних:

1. По-перше, дані повинні бути спостереженими, тобто отримані в результаті виміру, а не розрахунку.
2. По-друге, з масиву даних необхідно виключити повторювані і дані, що сильно відрізняються. Чим більше однорідна сукупність, тим краще буде рівняння. Під сильно відрізняються значеннями розуміється спостереження що не вписуються в загальний ряд (проведення відсіву грубих помилок).
3. Третє правило (вимога) - це досить великий обсяг даних. Для отримання статистично

значущою моделі потрібний обсяг вибірки $n_{\min}$ визначається за формулою:

$$n_{\min} \geq (5 \dots 8) \cdot (m+n), \quad (3.1)$$

де: m - число факторів, які включено в модель;

n - число вільних членів в рівнянні моделі.

MS Excel надає 5 видів апроксимуючих функцій:

1. *Лінійна* – $y=cx+b$. Це найпростіша функція, що відображає зростання та зменшення даних з постійною швидкістю.
2. *Поліноміальна* – $y=c_0+c_1x+c_2x^2+\dots+c_6x^6$. Функція визначає поперемінно зростаючі та спадні дані. Поліном 2-го ступеня може мати один екстремум (min або max), 3-го ступеня - до 2-х екстремумів, 4-го ступеня - до 3-х і т.д.
3. *Логарифмічна* – $y=\ln x+b$. Ця функція описує швидко зростаючі (зменшувані) дані, які потім стабілізуються.
4. *Степенна* – $y=cx^b$, ($x>0$ и $y>0$). Функція відображає дані з швидкістю зростання, що постійно збільшуються (зменшуються).
5. *Експоненційна* – $y=ce^{bx}$, (e – основа натурального логарифму). Функція описує швидко зростаючі (убутні) дані, які потім стабілізуються.

Квадрат (множинного) коефіцієнта кореляції називається *коефіцієнтом детермінації* R^2 , який показує частку варіації результативної ознаки, пояснену варіацією факторної ознаки. Коефіцієнт приймає значення від 0 до 1. Вважається, що чим ближче коефіцієнт до 1, тим кращою є модель.

При інтерпретації коефіцієнта детермінації його виражають у відсотках, наприклад: $R^2 = 0,85$, тобто, у 85% випадків зміни x призводять до зміни y . Іншими словами – точність підбору рівняння регресії – досить висока. Інші 25% зміни y пояснюються факторами, які не враховані в моделі.

Основні поняття. Моделювання, модель, адекватність моделі, математична модель, алгоритм.

Завдання:

1. З'ясуйте поняття моделювання, як методу дослідження процесів в системі авіаційного транспорту.
2. Визначте види моделей та основні вимоги до моделі.
3. З'ясуйте поняття складної системи та формальні ознаки складної системи.
4. Поясніть методи формалізованого опису складних систем.
5. Надайте характеристику статистичним методам формалізованого опису складних систем.
6. Використовуючи інструментарій MS Excel побудувати статистичні моделі за наведеними даними:

Розглянемо залежність продажів авіаквитків від реклами, задану наступними статистичними даними щодо деякої авіакомпанії:

Таблиця 3.1 – Вхідні дані

Реклама (тис. у.о.)	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Продаж (тис. у.о.)	30	130	250	350	400	450	480	500	510	510

Завдання 6.1: Необхідно побудувати та вибрати функцію, яка найкраще відображає цю залежність. Крім того, необхідно оцінити продаж для рекламних вкладень у 6 тис. у.о.

1. Побудувати з урахуванням вхідних даних графік продажів. Введіть вхідні дані в Excel та побудуйте графік. Далі, клацнувши правою кнопкою миші на графік, додайте лінію тренда, як показано.

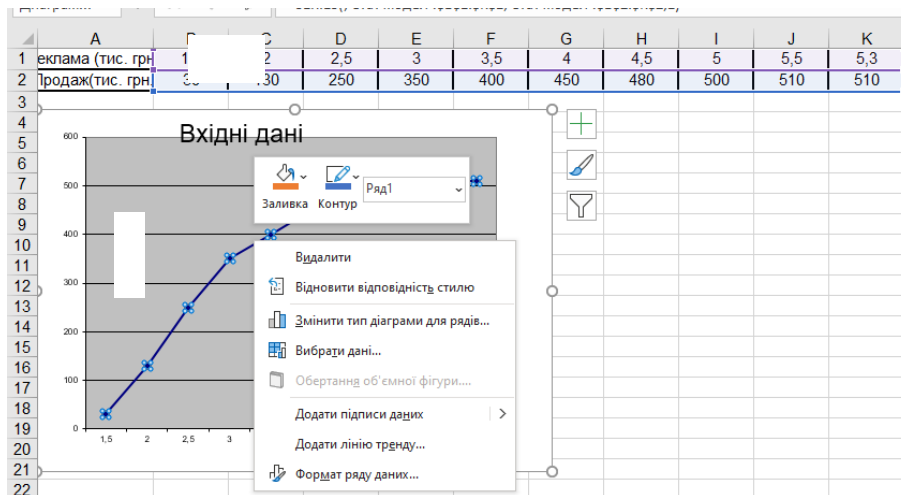


Рисунок 3.1 – Побудова графіку

2. Побудувати лінії тренду. У вікні налаштування на закладці Тип виберіть для апроксимації всі функції по черзі, при цьому на закладці Параметри встановіть прапорці, що відображають на графіку рівняння та коефіцієнт детермінації.

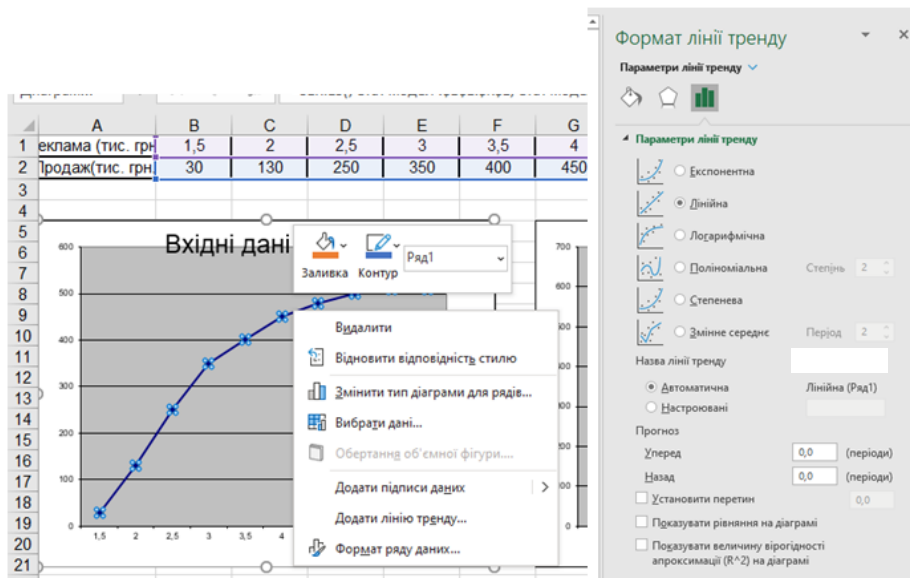


Рисунок 3.2 – Побудова лінії тренду

- Візуально визначити апроксимуючу функцію, що найбільш повно відображає вхідні дані
- Визначити коефіцієнт детермінації R^2 , зробити висновок щодо його значення, здійснити прогноз на декілька періодів

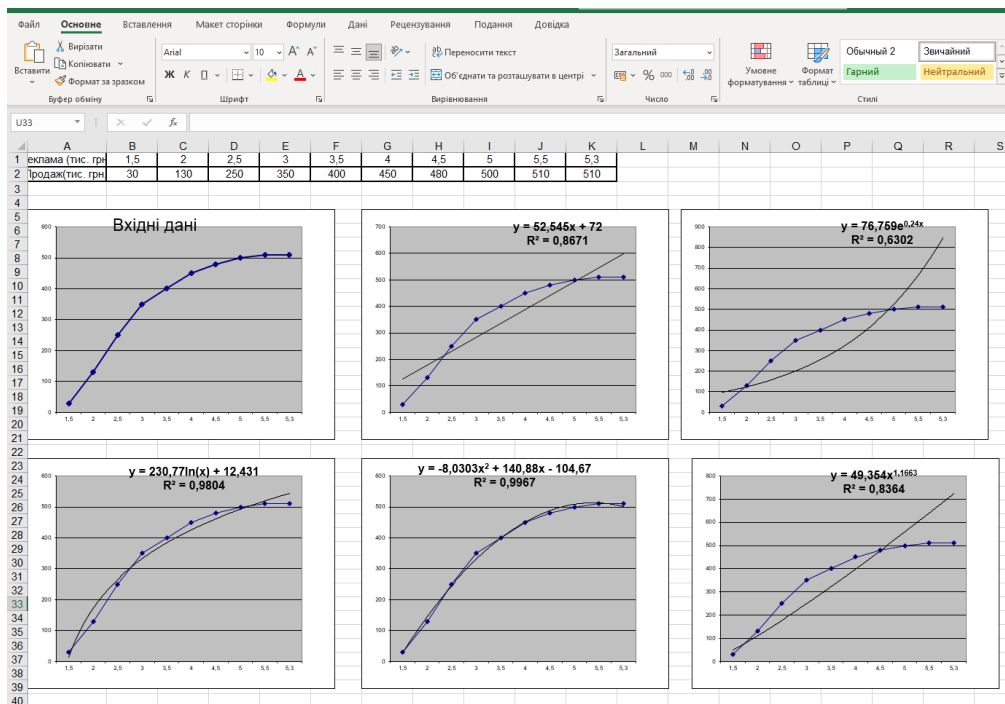


Рисунок 3.3 – Результати роботи

Завдання 6.2: При побудові регресійних моделей вирішальну роль грає якість даних. Збір даних створює фундамент моделі, тому є низка вимог і правил, які необхідно дотримуватись при зборі даних. Назвіть ці правила, проаналізуйте вхідні дані, зробіть висновок щодо дотримання цих правил для вхідних даних.

Завдання 6.3: Окрім статистичних методів, які методи формалізованого опису складних систем знаєте? Дайте характеристику цим методам.

Питання для самоперевірки:

1. Схарактеризуйте етапи побудови моделі.
2. Назвіть інструментарій табличного процесору MS Excel, який використовується в моделюванні.
3. Розкрийте поняття моделювання як методу дослідження процесів в системі авіаційного транспорту.
4. Назвіть основні вимоги до моделі та дайте їх характеристику.
5. Які основні групи методів формалізованого опису складних систем?
6. Назвіть методи формалізації, що входять в групу статистичних методів формалізованого опису складних систем.
7. Яка вимога стосовно обсягу даних в регресійній моделі?

Тема 4. Обробка результатів наукових досліджень

Практичне заняття 4.

ПЛАН

- 4.1. Мета та алгоритм попередньої обробки результатів емпіричних досліджень.
- 4.2. Методи описової статистики.
- 4.3. Генеральна та вибіркова сукупність даних.
- 4.4. Вибіркові характеристики емпіричних даних: середні та варіації.
- 4.5. Перевірка відповідності емпіричних даних закону нормального розподілу випадкових величин

Основні теоретичні відомості

Попередня обробка даних дозволяє підвищити якість аналізу даних так і якість самих даних.

Результати вимірювань чи досліджень часто спотворені викидами. В масиві даних, що аналізуються, можуть бути недостовірні, помилкові дані отримані внаслідок неуважності чи некомпетентності збирача даних чи просто промахи вимірювання. Суть попередньої обробки даних полягає у відсіюванні грубих похибок і оцінці достовірності результатів вимірювань.

При використанні статистичних методів завданням попередньої обробки даних є перевірка відповідності результатів вимірювання нормальному закону і визначення параметрів цього розподілу. Якщо емпіричний розподіл не відповідає нормальному розподілу, то слід визначити, якому закону розподілу підлягають дослідні дані або, якщо це можливо, перетворити досліджуваний розподіл до нормального вигляду.

Нормальний розподіл можна охарактеризувати такими властивостями: крива нормального розподілу симетрична відносно середнього значення; середнє, мода, медіана збігаються; дуже великі і дуже малі значення змінної x малоймовірні; середньоквадратичне відхилення σ визначає форму кривої. Чим більше σ (розкид даних), тим крива стає більш пологою (її основа більш широка).

Якщо коефіцієнт варіації дуже малий ($v \leq 33\%$) то випадкова величина розподіляється по нормальному закону і середнє значення дорівнює очікуваному значенню, тобто варіанти густо згруповані навколо середньої, утворюючи гостровершинність кривої розподілу в порівнянні з нормальною кривою.

Ексцес (E ; $EKSЦЕС$) характеризує гостроту вершини (позитивне значення) або положистість (від'ємне значення) розподілу в порівнянні з нормальною кривою. Теоретично, ексцес нормального розподілу має дорівнювати 0. Однак на практиці для генеральних сукупностей його малими значеннями можна знехтувати.

Асиметричність (коефіцієнт асиметрії або скоса - A ; $СКОС$) характеризує зміщення розподілу щодо математичного очікування. При позитивному значенні коефіцієнта розподіл скошений вправо, тобто його довша частина лежить правіше центру (математичного очікування) і навпаки. Для нормального розподілу коефіцієнт асиметрії дорівнює 0. На практиці, його малими значеннями можна знехтувати.

Графік щільності розподілу *Стюдента*, як і нормального розподілу, є симетричним і має вигляд дзвона, але з більш важкими хвостами, тобто реалізаціям випадкової величини, що має розподіл Стюдента, більш властиво відрізнятися від математичного очікування.

Основні поняття. Генеральна сукупність, вибірка сукупність, випадкова величина, дискретний ряд, інтервальный ряд розподілу, гістограма, нормальний закон розподілу.

Завдання:

1. Визначте основні поняття, що характеризують попередню обробку результатів емпіричних досліджень.
2. Визначте поняття генеральна та вибірка сукупність даних.
3. З'ясуйте методи описової статистики.
4. Схарактеризуйте вибірккові характеристики емпіричних даних: середні та варіації.
5. З'ясуйте сутність перевірки відповідності емпіричних даних закону нормального розподілу випадкових величин
6. З використанням інструменту аналізу даних "Описова статистика" знайдіть вибірккові характеристики.
- 6.1 Запишіть вхідні дані та побудуйте варіаційний ряд

Таблиця 4.1 – Вхідні дані

№	Вх.дан.	В.р.
1	2	2
2	3	3
3	3	3
4	4	4
5	5	4
6	6	5
7	7	5
8	4	6
9	5	7
10	8	8

6.2 Виберіть у головному меню "Дані" пункт "Аналіз даних". Результатом виконання цих дій буде поява діалогового вікна "Аналіз даних", що містить перелік інструментів аналізу.

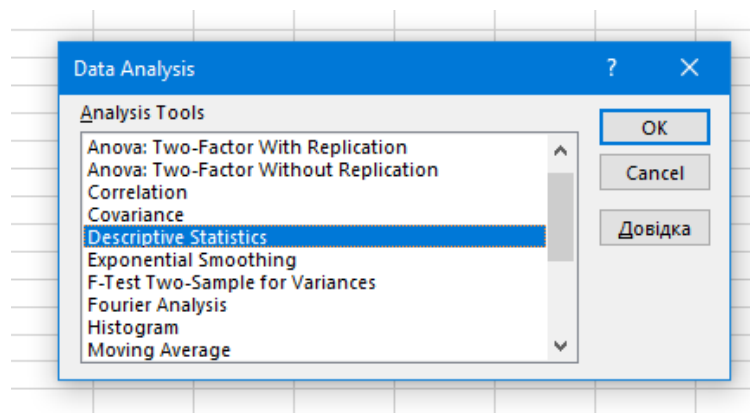


Рисунок 4.1 – Вікно аналізу даних

6.3 Виберіть зі списку "Інструменти аналізу" пункт "Описова статистика" та натисніть кнопку "OK". Результатом буде поява вікна діалогу інструменту "Описова статистика".

6.4 Заповніть поля діалогового вікна, як показано на рис. 4.2 та натисніть кнопку "OK". Результатом виконання зазначених дій буде формування таблиці, що містить обчислені характеристики описової статистики для досліджуваних даних.

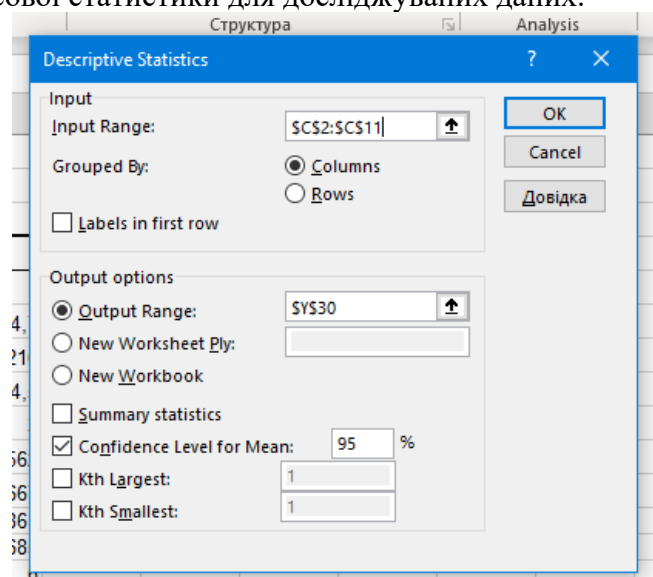


Рисунок 4.2 – Вікно аналізу даних

Таблиця 4.2 – Результати аналізу даних

<i>Столбец1</i>	
Середнє	4,7
Стандартна помилка	0,597216
Медіана	4,5
Мода	3
Стандартне відхилення	1,888562
Дисперсія вибірки	3,566667
Експес	-0,56861
Асиметричність	0,415685
Інтервал	6
Мінімум	2
Максимум	8
Сума	47
Рахунок	10
Рівень надійності (95,0%)	1,350996

<i>Column1</i>	
Mean	4,7
Standard Error	0,597216
Median	4,5
Mode	3
Standard Deviation	1,888562
Sample Variance	3,566667
Kurtosis	-0,56861
Skewness	0,415685
Range	6
Minimum	2
Maximum	8
Sum	47
Count	10
Confidence Level	1,350996

6.7. Відкрити меню «Формули». Майстер функцій. Категорія «Статистичні»

6.8 Для тих самих даних застосувати окремі вбудовані статистичні функції (майстер функцій), визначити ті самі параметри вибірки, що отримані за допомогою «Описової статистики» (середнє, мода, медіана тощо.).

ДОВЕРІТ/CONFIDENCE (альфа; станд_відхил; розмір)

СКОС/ SKEW (число1;число2; ...) - асиметрія

ЕКСЦЕС/ KURT (число1;число2; ...) - експес

Результати порівняти.

Результати роботи наведено на рисунку 4.3.

7. Зробити висновки на основі отриманих вибірових характеристик стосовно підпорядкованості даних нормальному розподілу та форми емпіричної кривої щільності розподілу

№	Вх. дан.	В. р.	Mean	Standard Error	Median	Mode	Standard Deviation	Sample Variance	Kurtosis	Skewness	Range	Minimum	Maximum	Sum	Count	Confidence Level
1	2	2														
2	3	3														
3	3	3														
4	4	4														
5	5	5														
6	6	6														
7	7	7														
8	8	4														
9	9	5														
10	10	8														
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																

Рисунок 4.3 – Результати роботи

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть мету та алгоритм попередньої обробки результатів емпіричних досліджень.
2. Визначте основні поняття та положення, що стосуються процесу обробки результатів наукових досліджень.
3. Встановити послідовність відсіву грубих похибок згідно з методом визначення максимального відносного відхилення.
4. Розкрийте поняття генеральна та вибіркова сукупність даних.
5. Назвіть етапи попередньої обробки результатів емпіричних досліджень.
6. Розкрийте властивості кривої нормального розподілу випадкових величин.
7. Розкрийте сутність методу відсіву грубих похибок – методу визначення максимального відносного відхилення (для невеликих вибірок $n \leq 25$).

Тема 5. Аналіз результатів наукових досліджень

Практичне заняття 5.

План

- 5.1 Методи аналітичної статистики.
- 5.2 Довірчі ймовірності та рівні значимості.
- 5.3 Статистичні гіпотези.
- 5.4 Статистичні критерії та їх класифікація.
- 5.5 Перевірка достовірності результатів дослідження.
- 5.6 Кореляційно - регресійний аналіз.
- 5.7 Дисперсійний аналіз.
- 5.8 Використання MS Excel для аналізу результатів дослідження.

Основні теоретичні відомості

Довірчою ймовірністю (достовірністю) вимірювання називається вірогідність того, що істинне значення вимірюваної величини потрапляє в даний довірчий інтервал, тобто в зону $a \leq x_0 \leq b$. Ця величина визначається в частках одиниці або у відсотках.

Довірча ймовірність $P = 1-p$, тобто p - це «право на помилку», обумовлено відсутністю повної інформації про генеральну сукупність

Статистичний критерій - строге математичне правило, за яким приймається або відкидається та чи інша статистична гіпотеза з відомим рівнем значимості.

Однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA - analysis of variance) використовується для порівняння середніх значень для трьох і більше вибірок. Фактором називається незалежна змінна, вплив якої вивчається на залежну змінну.

Необхідною умовою для проведення дисперсійного аналізу є те, щоб незалежна змінна була категоріальною, а залежна - метричною. Набір даних в ANOVA складається з k - незалежних одновимірних вибірок, елементи яких виміряні в однакових одиницях (грн., кг, бали). Допустимі різні обсяги (розміри) вибірок.

F - тест полягає в порівнянні F - статистики, розрахованої за наявними даними з критичним значенням F - таблиці. Результат є значущим, якщо $F_{\text{стат}} > F_{\text{кріт}}$, оскільки це говорить про наявність істотних відмінностей між середніми значеннями по групах.

Основними завданнями кореляційного аналізу є оцінка сили зв'язку і перевірка статистичних гіпотез про наявність і силі кореляційної зв'язку.

Завдання регресійного аналізу розуміється як завдання виявлення такої функціональної залежності $y=f(x)$, яка найкращим чином описує наявні експериментальні дані.

Кореляція і регресія тісно пов'язані між собою: перша оцінює силу (тісноту) статистичної зв'язку, друга досліджує її форму.

Коефіцієнт кореляції – показник, який використовують для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у кореляційно-регресійній моделі за лінійної залежності. За абсолютною величиною коефіцієнт кореляції коливається в межах від -1 до +1. Чим ближчий цей показник до 0, тим менший зв'язок, чим ближчий він до ± 1 – тим зв'язок тісніший. Знак «плюс» при коефіцієнті кореляції означає прямий зв'язок між ознаками x і y , знак «мінус» – зворотний.

Однофакторна регресія при парній залежності може бути апроксимована прямою лінією, параболою, гіперболою, логарифмічною, степеневою або показовою функцією, поліномом і ін.

Основні поняття. Довірча ймовірність (достовірність) вимірювання, статистичний критерій, завдання кореляційного аналізу і регресійного аналізу, коефіцієнт кореляції, фактор дисперсійного аналізу, міжгрупова варіація (SS_{between}), внутригрупова варіація (SS_{within}).

Завдання:

1. З'ясуйте характеристику методів аналітичної статистики.
2. Виясніть довірчі ймовірності та рівні значимості.
3. З'ясуйте поняття статистичних гіпотез.
4. Поясніть статистичні критерії та їх класифікацію.
5. Надайте послідовність перевірки достовірності результатів дослідження.
6. Використовуючи MS Excel проведіть дисперсійний аналіз:

Завдання 6.1. Постачання палива для авіакомпанії здійснюються трьома постачальниками («Мега+», «Коста» та «Тренд») у різний час: денні години, нічні зміни і навіть у переміни. З боку авіакомпанії, контроль за якістю продукції вдень вище, ніж в інший час. Співробітниками зібрані дані з оцінками якості (у балах), і необхідно дізнатися, чи є відмінність у пальному, яке постачається у різний час?

1. Введіть вхідні дані:
- 2.

Таблиця 5.1 – Вхідні дані

	Денна зміна	Нічна зміна	Перезміна
«Мега+»	77,06	93,12	77,05
«Коста»	81,14	88,13	78,11
«Тренд»	82,02	81,18	79,91

2. Викличте інструмент однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з меню Дані: Data Analysis

Вхідний інтервал - це діапазон аналізованих даних. Перемикач Групування встановлений стовпчиками, так як вибірки розташовуються стовпчиками. Вихідний інтервал – це комірка, починаючи з якої буде виведено результат. Поле Альфа дозволяє встановити необхідний рівень значимості, тут $p=0,05$.

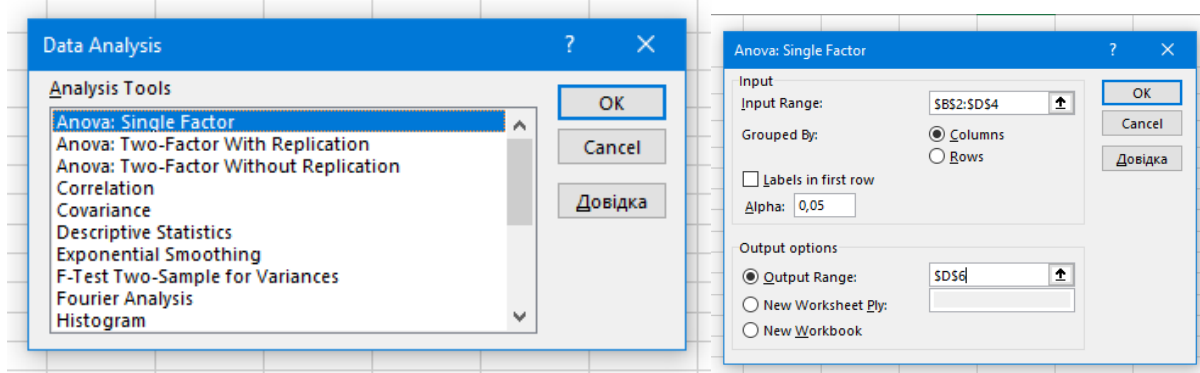


Рисунок 5.1 – Вікно дисперсійного аналізу

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Column 1	3	240,22	80,07333	7,00373333		
Column 2	3	262,43	87,47667	35,9610333		
Column 3	3	235,07	78,35667	2,09053333		
ANOVA						
Source of Variatic	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Group	140,9307	2	70,46534	4,69192378	0,059327883	5,14325285
Within Groups	90,1106	6	15,01843			
Total	231,0413	8				

Рисунок 5.2 – Результати роботи

3. Зробіть висновки з отриманих результатів дисперсійного аналізу.

Завдання 6.2. Потрібно оцінити вплив рівня реклами авіакомпанії на обсяг продажів квитків. Є дані щодо результатів рекламування (табл.5.2):

Таблиця 5.2 – Вхідні дані

	Рівень реклами		
	високий	середній	низький
	Продаж, тис. грн		
1	10	8	5
2	9	8	7
3	10	7	6
4	8	9	4
5	9	6	5
6	8	4	2
7	9	5	3
8	7	5	2
9	7	6	1
10	6	4	2

7. Використовуючи MS Excel проведіть кореляційно - регресійний аналіз.

Завдання 7.1. Провести кореляційно-регресійний аналіз статистичних даних (кількість польотів, обслужених Державним підприємством ОПР «Украерорух» за 2002-2013 роки) із застосуванням MS Excel.

Порядок виконання:

1. Відкрийте MS Excel.
2. Створіть таблицю для кореляційно-регресійного аналізу (КРА) та заповніть вхідними даними (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Кількість польотів, обслугованих ДП ОПР «Украерорух» (тис.польотів))

Вхідні дані		Розрахунки				
Рік	кількість польотів	умовн час	кількість пол.	прогн.знач (КРА)	відхилення	ABS
2002	191,54	2	191,54			
2003	234,12	3	234,12			
2004	282,44	4	282,44			
2005	312,05	5	312,05			
2006	351,12	6	351,12			
2007	385,05	7	385,05			
2008	419,456	8	419,456			
2009	397,092	9	397,092			
2010	457,445	10	457,445			
2011	484,26	11	484,26			
2012	500,59	12	500,59			
2013	534,581	13	534,581			

середнє				
середньоквадрат				
варіація				
відсів груб.похибок				
	t факт	t табл		

3. Визначити візуально вид функціональної залежності шляхом побудови графіка (кореляційне поле) із застосуванням Майстра діаграм: X-роки, Y – кількість польотів (рис.5.3 – кореляційне поле)



Рисунок 5.3 - Кореляційне поле

4. Побудувати графік підбору та визначити передбачені значення Y:
- у меню "Дані" відкрити "Аналіз даних";
 - у списку «Інструменти аналізу» (рис. 2) вибрати «Регресія» та «ОК».

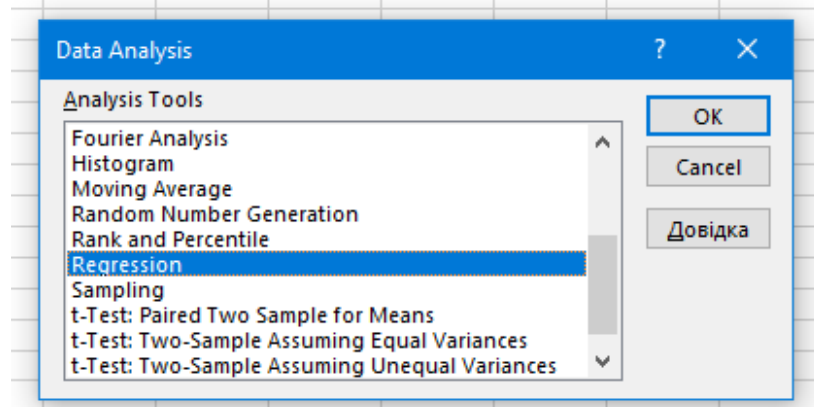


Рисунок 5.4 - Вікно «Аналіз даних». «Інструменти аналізу»

6. У вікні, що розкрилося «Регресія» (рис. 5.5) ввести:

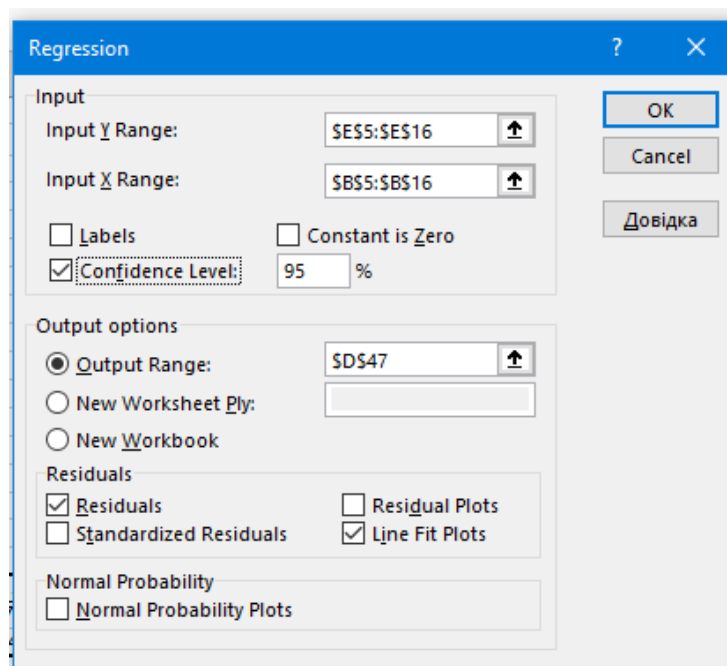


Рисунок 5.5 - Вікно «Регресія»

- вхідний інтервал Y – виділити значення Y – кількість польотів.
- вхідний інтервал X - виділити значення X - роки
- параметри виведення – вихідний інтервал (вказати місце (комірку) в цьому ж листі Excel) або новий робочий лист;
- відзначити «Графік підбору», «Залишки» та «ОК».

6. З виданих результатів (рис. 5.6), скопіювати графік підбору та передбачені значення Y до таблиці 1 (прогн. знач.).

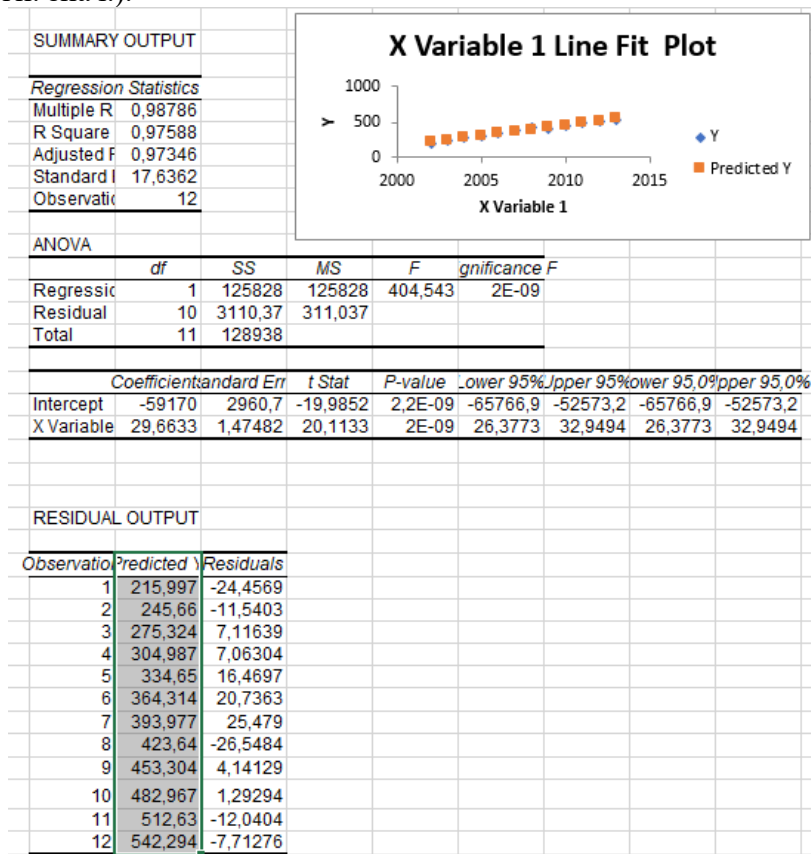


Рисунок 5.6 Результати регресійного аналізу (графік підбору та прогнозовані значення)

7. Провести розрахунок вибірових показників з допомогою Майстра функцій f_x : визначити середнє, дисперсію, середньоквадратичне відхилення. Коефіцієнт варіації визначити за такою формулою:

$$v = \frac{\sigma}{Y_{cp.}} \cdot 100\% , \quad (5.1)$$

де σ - середньоквадратичне відхилення, $Y_{cp.}$ - середнє.

8. Зробити висновок за отриманим коефіцієнтом варіації.

9. Для проведення процедури відсіву грубих похибок:

- провести розрахунок відхилень вибірки:

$$\Delta Y_i = (Y_i - Y_{cp.}) . \quad (5.2)$$

- знайти модуль (у Майстрі функцій f_x – ABS) та максимальне відхилення вибірки – $\max \Delta Y_i$;

- знайти t факт.:

$$\frac{\max \Delta Y_i}{\sigma} = t_{факт.} . \quad (5.3)$$

- знайти $t_{табл.}$ (Майстер функцій f_x - СТЬЮДЕНТ.ОБР) за параметрами: рівень значимості, ступені свободи;

- перевірити виконання умови (5.4) та зробити висновок.

$$t_{факт.} \leq t_{табл.}^{p,n} \quad (5.4)$$

10. Визначити коефіцієнт кореляції r :

- виділити новий осередок, викликати «Майстер функції» – f_x , категорія – «Статистичні», функція – КОРРЕЛ,

- «Масив 1» – виділяємо значення X (ум. час);

- «Масив 2» - виділяємо значення Y (кількість польотів), «ОК».

11. Зробити висновок щодо отриманого коефіцієнта кореляції.

12. Визначити коефіцієнти регресії:

- у меню «Сервіс» відкрити команду «Аналіз даних»,

- у списку «Інструменти аналізу» вибрати «Регресія» та «ОК».

У вікні: «Регресія» ввести:

- вхідний інтервал Y - виділити значення Y (кількість польотів);

- вхідний інтервал X – виділити значення X (умов. час);

- параметри виведення – вихідний інтервал (вказати місце (комірку) в цьому ж листі Excel) або новий робочий лист та «ОК».

З виданих результатів (рис. 5.7), скопіювати обчислені значення коефіцієнтів регресії (b_0 , b_1) та вставити у результати роботи. Скласти рівняння регресії.

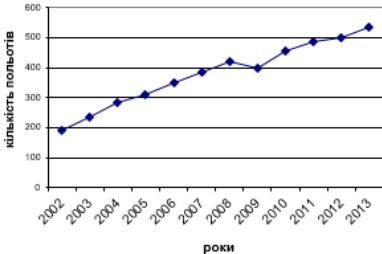
SUMMARY OUTPUT					
Regression Statistics					
Multiple R	0,98786				
R Square	0,97588				
Adjusted R Square	0,97346				
Standard Error	17,6362				
Observations	12				
ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	125828	125828	404,543	2E-09
Residual	10	3110,37	311,037		
Total	11	128938			
Coefficients					
	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	156,67	12,1765	1,5E-07	129,539	183,801
X Variable 1	29,6633	20,1133	2E-09	26,3773	32,9494

Рисунок 5.7 - Результати регресійного аналізу (коефіцієнти регресії)

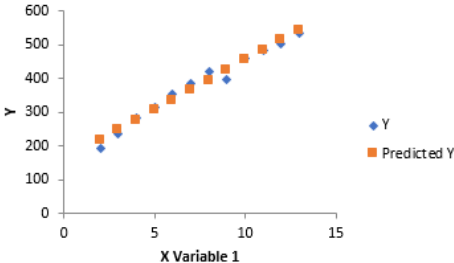
Після виконання пунктів 1-12 отримаємо результати на листі (рис.5.8).

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Тема: Кореляційно-регресійний аналіз								
Кількість польотів, обслугованих ДП ОПР «Украерорух» (тис.польотів)								
табл.1								
Вхідні дані			Розрахунки					
Рік	кількість пол	умовн час	кількість пол	прогн.знач(KP	відхіл	ABS		
2002	191,54	2	191,54	215,99691	-187,60533	187,60533	макс	
2003	234,12	3	234,12	245,66026	-145,02533	145,02533		
2004	282,44	4	282,44	275,32361	-96,705333	96,705333		
2005	312,05	5	312,05	304,986959	-67,095333	67,095333		
2006	351,12	6	351,12	334,650309	-28,025333	28,025333		
2007	385,05	7	385,05	364,313659	5,904667	5,904667		
2008	419,456	8	419,456	393,977008	40,310667	40,310667		
2009	397,092	9	397,092	423,640358	17,946667	17,946667		
2010	457,445	10	457,445	453,303707	78,299667	78,299667		
2011	484,26	11	484,26	482,967057	105,114667	105,11467		
2012	500,59	12	500,59	512,630407	121,444667	121,44467		
2013	534,581	13	534,581	542,293756	155,435667	155,43567		
			середнє	379,1453333				
			середньоквд	108,2665546				
			варіація	0,285554232				
			відсів груб.похибок	1,73280967	2,17881283			
				t факт	t табл			

Кількість польотів, обслугованих ДП ОПР «Украерорух»



X Variable 1 Line Fit Plot



К-т кореляції	Рівняння регресії	Bo	B1
0,987864891	Y=156,67+29,67*X	156,670211	29,6633497

Рисунок 5.8 - Результати після виконання пунктів 1-12

13. Створіть таблицю 5.4 (Статистичні та прогнозовані дані).

Таблиця 5.4 - Статистичні та прогнозовані дані

Роки	Умовн час, X	Прогнозовані	Статистичні	помилки прогнозу
2002	2		191,54	
2003	3		234,12	
2004	4		282,44	
2005	5		312,05	
2006	6		351,12	
2007	7		385,05	
2008	8		419,456	
2009	9		397,092	
2010	10		457,445	
2011	11		484,26	
2012	12		500,59	
2013	13		534,581	
2014	14			
2015	15			
2016	16			
2017	17			
2018	18			
2019	19			
2020	20			

14. Провести розрахунок прогнозованих даних із застосуванням рівняння регресії (ввести формулу $Y=156,67+29,67 \cdot X$ і заповнити стовпець «прогнозовані»), розрахувати помилки прогнозу, тобто різницю між прогнозом та статистичними даними.

15. Побудувати графік, що відображатиме як статистичні дані, так і їх прогноз:

- меню «Вставка», «Діаграми» - тип "Графік" - створити 2 ряди (додати) - ім'я: "Вхідн. дані", "Прогн. дані";
- Значення ряду: з таблиці 2: виділити стовпці статистичні та прогнозовані дані та занести в діапазон;
- підписи по осі X: виділити роки;
- Зазначити в Майстрі діаграм «Таблиця даних» - підписати заголовки.

Результати на листі Excel після виконання пунктів 13-15 представлені на рис. 5.9.

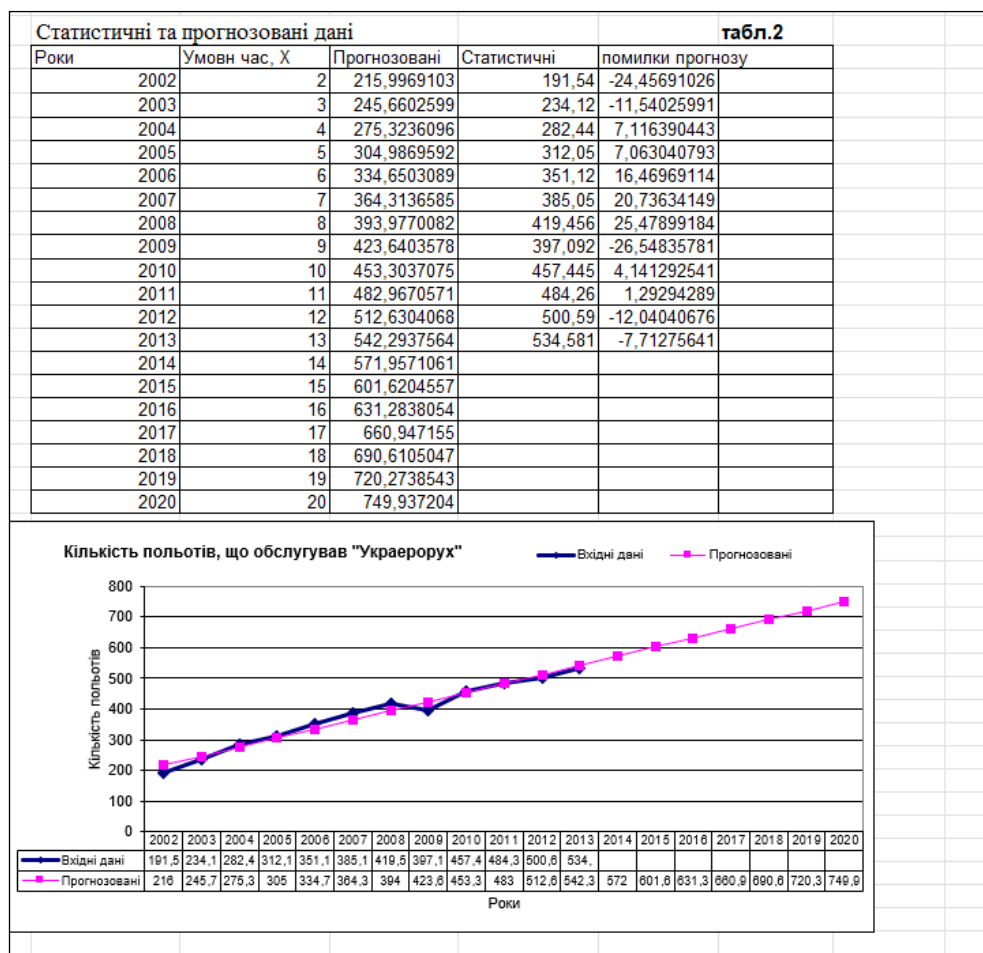


Рисунок 5.9 - Результати на листі Excel після виконання пунктів 13-15

16. Зробити висновки за результатами кореляційно-регресійного аналізу.

Питання для самоперевірки:

1. Поясніть методи аналітичної статистики.
2. Визначте характеристики кореляційно – регресійного та дисперсійного аналізу: коефіцієнт кореляції, регресійне рівняння, міжгрупова та внутрігрупова варіації, незалежні та залежні змінні, фактор.
3. Розкрийте сутність понять: довірчі ймовірності та рівні значущості, статистичні гіпотези, статистичні критерії.
4. Назвіть етапи проведення кореляційно – регресійного та дисперсійного аналізу.
5. Розкрийте характеристики кореляційно – регресійного та дисперсійного аналізу: коефіцієнт кореляції, регресійне рівняння, міжгрупова та внутрігрупова варіації, незалежні та залежні змінні, фактор.
6. Яка послідовність перевірки достовірності результатів дослідження?
7. Які завдання аналізу результатів дослідження можна виконати з використанням MS Excel?

Тема 6. Експертні методи дослідження

Практичне заняття 6.

План

- 6.1 Етапи експертизи.
- 6.2 Формування експертної групи.
- 6.3 Оцінка компетентності групи експертів.
- 6.4 Методи одержання експертної інформації.
- 6.5 Статистичні методи обробки результатів експертизи. Оцінка узгодженості думок експертів.
- 6.6 Обробка експертних оцінок з використанням MS Excel.

Основні теоретичні відомості

Використання інформації, отриманої від фахівців, найбільш ефективно, якщо для її збору, узагальнення і аналізу застосовуються спеціальні логічні прийоми і математичні методи, що одержали назву методів експертних оцінок

Ступінь відповідності експерта комплексу вимог характеризується його *компетентністю*, що визначає здатність до експертизи.

Компетентність кожного експерта визначається структурою і вагомістю аргументів, що послужили йому підставою для відповіді на поставлені питання, а також рівнем його інформованості в розглянутій галузі знань.

Метод рангів. За методом рангів експерт здійснює ранжування (впорядкування) досліджуваних об'єктів системи в залежності від їх відносної значимості (переваги/пріоритетності). При цьому зазвичай найбільш значимому об'єкту присвоюється ранг 1, а найменш значимому - останній ранг, рівний по абсолютній величині числу об'єктів, що впорядковуються.

Метод безпосереднього оцінювання. Даний метод застосовується в практиці дослідження, незважаючи на свою простоту, досить рідко. Метод безпосереднього оцінювання є впорядкування досліджуваних об'єктів (наприклад, при відборі параметрів для створення параметричної моделі) в залежності від їх важливості шляхом приписування балів кожному з них. При цьому найбільш значимому об'єкту приписується (дається оцінка) найбільша кількість балів за прийнятою шкалою.

Метод парних порівнянь. При парному порівнянні експерт зіставляє досліджувані об'єкти за їх важливістю попарно, встановлюючи в кожній парі об'єктів найбільш важливий.

Якщо коефіцієнт варіації $\leq 33\%$ це означає, що розподіл оцінок експертів відповідає нормальному закону, більшість оцінок експертів групується навколо середнього значення, тобто судження експертів узгоджені, а полярні судження складають безумовну меншість. Коефіцієнт конкордації змінюється в діапазоні $0 < W < 1$, причому 0 – повна неузгодженість, 1 – повна узгодженість. Чим ближче значення коефіцієнту до одиниці, тим більш узгоджені судження експертів. Мінімально припустиме значення коефіцієнта конкордації складає 0,4. Якщо ця умова не зберігається, то необхідно провести колективне обговорення та виявити причини істотних розходжень в оцінках експертів та скорегувати ці оцінки таким чином, щоб отримати узгоджений результат.

Визначення значимості отриманого коефіцієнта конкордації W . В залежності від кількості оцінюваних об'єктів / процедур / дій / параметрів застосовуються різні статистичні критерії для перевірки значимості:

$(n \leq 7) \rightarrow W_{кр};$

$(n > 7) \rightarrow \chi^2_{кр}$ критерій Пірсона).

Основні поняття. Компетентність, аргументованість, інформованість експерта, коефіцієнт варіації, коефіцієнт конкордації

Завдання

1. З'ясуйте поняття експертизи, етапи її проведення.
2. Визначте послідовність формування експертної групи.
3. З'ясуйте підходи до необхідної кількості експертів.
4. Поясніть методи одержання експертної інформації.
5. Надайте характеристику статистичним методам обробки результатів експертизи.
6. З'ясуйте як перевірити узгодженість думок експертів.
7. Використовуючи інструментарій MS Excel обробити результати експертизи щодо оцінки завантаженості по процедурах обслуговування повітряного руху, зробити висновки:

1 Створити таблицю 6.1 та заповнити ранги експертів (експерт 1 за варіантом), розрахувати суму по кожному стовпцю (Автосума або «Майстер функцій»-fx):

Таблиця 6.1 – Вхідні дані

Експерти	Процедури				Число однакових рангів t_j
	Транзит	Набір	Зниження	Узгодження.	
	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	
1					
2	3,5	1	2	3,5	
3	3	2,5	2	2,5	
4	4	2	1	3	
5	3,5	3,5	1,5	1,5	
Сума					
R_{cp}					
R_{rp}					
σ_i					
$v_i, \%$					

2. Визначити R_{cp} . Виділити відповідну комірку, викликати «Майстер функцій»-fx, категорія «Статистичні», функція – СРЗНАЧ. У діапазоні значень вказати потрібний стовпець рангів. Результати занести до відповідних комірок табл.1.

3. По значенню R_{cp} провести ранжирування процедур (R_{rpi}). Заповнити відповідні комірки табл.6.1.

4. Знайти середньоквадратичне відхилення – σ_x по кожній процедурі. Виділити відповідну комірку, викликати «Майстер функцій»-fx, категорія «Статистичні», функція - СТАНДОТКЛОН, У діапазоні значень вказати потрібний стовпець рангів. Результати занести до відповідних комірок табл.6.1.

5. Знайти коефіцієнт варіації $v = \sigma_x / X_{cp} * 100$. Виділити відповідну комірку і ввести до неї формулу «= $\sigma_x / X_{cp} * 100$ », далі застосувати автозаповнення для відповідних комірок табл.6.1.

6. Зробити висновок про узгодженість щодо кожної процедури.

7. Визначити коефіцієнт конкордації W (розрахунки проводити без використання fx).

7.1. Знайти середнє значення для сумарних рангів ряду $a_{ij} = \frac{1}{2} m(n+1)$ (6.1)

7.2. Знайти суму квадратів різниць (відхилень) $S = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m x_{ij} - a_{ij} \right\}^2$ (6.2)

7.3. Розрахувати число однакових рангів в j -м ряді (Табл. 6.1)

7.4. Знайти

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{T_j} (t_j^3 - t_j) \quad (6.3)$$

7.5. Знайти коефіцієнт **конкордації**

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (6.4)$$

8. Перевірити значимість (достовірність) W ($W_{\text{ф}} > W_{\text{кр}}$), використовуючи дані таблиці 6.2

9. Зробити висновок з отриманих результатів.

Таблиця 6.2 - Критичні значення W для рівня значимості $p=0,05$

Критичні значення W для рівня значимості $p=0,05$						Додаткові значення W для $n=3$	
Експерти	n						
m	3	4	5	6	7	m	W
3	-	-	0,7156	0,6597	0,6242	9	0,3333
4	-	0,6188	0,5525	0,5118	0,4844	12	0,2497
5	-	0,5008	0,4492	0,4169	0,3946	14	0,2393
6	-	0,4206	0,3781	0,3514	0,3325	16	0,1871
8	0,3758	0,3178	0,2870	0,2670	0,2528	18	0,1662
10	0,3000	0,2556	0,2312	0,2153	0,2039		
15	0,1996	0,1715	0,1555	0,1449	0,1373		
20	0,1496	0,1290	0,1171	0,1092	0,1035		

Таблиця 6.3 - Варіанти

Варіант	Ранги експерта № 1 в залежності від задачі			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	1	3	4
3	2,5	2,5	1	4
4	2	1	3	4
5	1	2	3,5	3,5
6	4	3	2	1
7	3	1	2	4
8	4	2	1	3
9	4	1	2	3
10	3	2	1	4
11	4	3	1,5	1,5
12	3	4	1,5	1,5
13	4	1,5	1,5	3
14	1,5	3	4	1,5
15	2,5	1	2,5	4
16	3,5	2	3,5	1
17	1,5	3,5	3,5	1,5
18	3,5	1,5	1,5	3,5

19	3,5	3,5	1	2
20	3,5	3,5	2	1

Питання для самоперевірки:

1. Визначте показники репрезентативності робочої групи експертів.
2. Проаналізуйте підходи до вибору кількості експертів в робочій групі.
3. Зробіть практичне завдання з обробки результатів експертизи, проаналізуйте отримані результати та сформулюйте висновки щодо узгодженості та достовірності експертних оцінок.
4. Розкрийте сутність понять: достовірність експертизи, аргументованість і поінформованість експертів, компетентність експертів, репрезентативність експертної групи, узгодженість думок експертів, коефіцієнт варіації, коефіцієнт конкордації.
5. Назвіть етапи проведення експертного оцінювання.
6. Розкрийте показники репрезентативності робочої групи експертів.
7. Яка послідовність обробки результатів експертизи?

Тема 7. Підготовка результатів наукових досліджень до апробації

Практичне завдання 7.

План

- 7.1 Поняття академічної доброчесності.
- 7.2 Систематизація результатів дослідження.
- 7.3 Види наукових результатів.
- 7.4 Наукова публікація: поняття, функції, основні види.
- 7.5 Вимоги до основних видів наукових праць. Доповідь. Реферат. Тези наукової доповіді. Наукова стаття.
- 7.6 Випускна кваліфікаційна магістерська робота.

Основні теоретичні відомості

Академічна доброчесність - це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження та/або відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства.

Апробація є методом оцінки якості виконаної наукової роботи на основі вивчення, аналізу, обстеження. Апробація включає в себе колективне обговорення результатів дослідження на різних наукових заходах, його рецензування і експертизу, оприлюднення кінцевих результатів у спеціальних журналах, реферативних збірниках, а також у виступах науковців з доповідями і повідомленнями на наукових конференціях, семінарах та ін.

Систематизація - це впорядкування набору інформації (зібраної, опрацьованої та проаналізованої) за певною структурою. Процес систематизації результатів наукового дослідження полягає в проведенні зібраних і опрацьованих (проаналізованих) даних у послідовний науково аргументований виклад.

Практичні рекомендації – це пропозиції прикладного характеру, можуть виконувати пояснювальну і прогностичну (частково) функції, які ґрунтуються на нових теоретичних або емпіричних знаннях, зміст яких спрямований на удосконалення функціонування процесів або діяльності людей.

Узагальнення – це метод наукового пізнання, за допомогою якого фіксуються

загальні ознаки та властивості певного класу об'єктів та здійснюється перехід від одиничного до особливого та загального, від менш загального до більш загального. Наукові узагальнення є кінцевим матеріалом дослідження, який оброблений і систематизований відповідно до мети дослідження.

Наукова новизна досліджень – це оцінка результатів досліджень, що характеризує виявлення раніше невідомих властивостей, явищ, закономірностей, зв'язків, співвідношень або отримання раніш невідомих методів, схем, форм, параметрів, процесів. Новими науковими результатами вважають:

- абсолютно нові наукові знання;
- наукові знання що були удосконалені;
- наукові знання, що доповнюють існуючі.

Наукова публікація (в перекладі з латинського - *publicato* - оголошую всенародно, оприлюднюю) - це доведення інформації до громадськості за допомогою преси, радіомовлення, телебачення; розміщення в різних виданнях, як друкованих, так і електронних.

Індекс Гірша (h-індекс) – кількісна характеристика вченого, заснована на кількості його публікацій і кількості цитувань цих публікацій.

Імпакт-фактор (Impact Factor): Один із ключових показників, що відображає середню кількість цитувань статей, опублікованих у журналі за певний період. Використовується для оцінки престижу журналу.

i10-index: Метрика від Google Scholar, яка показує кількість публікацій автора, що були процитовані щонайменше 10 разів.

Наукометрична база даних - це бібліографічна і реферативна база даних з інструментами для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях.

Основні поняття. Систематизація, академічна доброчесність, наукова новизна досліджень, узагальнення, практичні рекомендації, наукова публікація.

Завдання:

1. З'ясуйте поняття про систематизацію результатів дослідження, види наукових результатів, наукову публікацію, вимоги до основних видів наукових праць, методику підготовки та оформлення публікації, випускні кваліфікаційну магістерську роботу.
2. Визначте види наукових результатів: нові наукові теоретичні або емпіричні знання про об'єкт, процес або явище.
3. Виявіть вимоги до основних видів наукових праць доповіді, реферату, тез наукової доповіді, наукової статті.
4. З'ясуйте загальні вимоги до кваліфікаційних магістерських робіт.
5. Визначте організаційні етапи виконання кваліфікаційної магістерської роботи.
6. Проаналізуйте основні ознаки кваліфікаційних магістерських робіт.
7. Підготувати реферат за обраною темою (список тем наведено).

Реферати:

1. Відповідальність учасників освітнього процесу за академічну недоброчесність.
2. Авторське право та правила використання об'єктів інтелектуальної власності
3. Характеристика програмних засобів перевірки на плагіат наукових робіт.
4. Види систематизації результатів наукового дослідження
5. Підготовка наукової статті з проблеми дослідження.
6. Підготовка тез з проблеми дослідження.
7. Правила підготовки доповіді, наочних матеріалів та їх демонстрація у процесі доповіді.
8. Джерела інформації та їх використання в науково-дослідній роботі.
9. Загальні положення щодо виконання курсових та випускних робіт.
10. Наукова новизна та практична значимість дослідження.

11. Методика підготовки та оформлення публікацій до видання.
12. Форми звітності при науковому дослідженні.
13. Усна передача інформації про наукові результати.
14. Форми подання наукової роботи.
15. Технічні засоби представлення наукових результатів.
16. Наукометрична база даних Scopus.
17. Формування профілю науковця.
18. Наукометрична база даних Web of Science.
19. Авторські профілі вчених в Google Scholar та ORCID.
20. Авторські мережі науковців.

Питання для самоперевірки:

1. Визначте види наукових результатів: нові наукові теоретичні або емпіричні знання про об'єкт, процес або явище.
2. Виявіть вимоги до основних видів наукових праць доповіді, реферату, тез наукової доповіді, наукової статті.
3. Назвіть види наукових результатів, що можуть бути новими теоретичними або емпіричними знаннями про об'єкт, процес або явище.
4. Дайте визначення процесу систематизації результатів дослідження.
5. Розкрийте структурні компоненти наукової статті.
6. Приведіть приклади формулювання висновків.
7. Визначте сутність випускної кваліфікаційної магістерської роботи

Тема 8. Випускна кваліфікаційна магістерська робота: вимоги та оформлення
Практичне заняття 8.

План

- 8.1 Загальні положення щодо кваліфікаційних магістерських робіт.
- 8.2 Загальні вимоги, структура кваліфікаційної магістерської роботи та вимоги до її складників, вимоги до змісту та обсягу.
- 8.3 Правила оформлення кваліфікаційної магістерської роботи.
- 8.4 Порядок захисту. Критерії оцінювання кваліфікаційної магістерської роботи.

Основні теоретичні відомості

Актуальність теми. Шляхом критичного аналізу та порівняння з відомими рішеннями проблеми (наукового завдання) обґрунтовують актуальність і доцільність роботи для розвитку відповідної галузі науки чи виробництва. Обґрунтування актуальності дослідження, відповідь на питання: чому дану проблему потрібно в даний час вивчати?

Об'єкт дослідження - це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію і обране для вивчення.

Предмет дослідження міститься в межах об'єкта. Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага дослідника, оскільки предмет визначає тему наукової роботи.

Наукова новизна містить коротку анотацію нових наукових положень (рішень), запропонованих дослідником особисто. Необхідно показати відмінність одержаних результатів від відомих раніше, описати ступінь новизни (вперше одержано, удосконалено, набуло подальшого розвитку). Всі наукові положення з урахуванням досягнутого ними рівня новизни є теоретичною основою (фундаментом) вирішеної в роботі наукової проблеми (наукового завдання).

Практичне значення отриманих результатів. У дослідженні, яке має теоретичне значення, треба подати відомості про наукове застосування результатів досліджень або рекомендації щодо їх застосування, а в дослідженні, яке має прикладне значення - відомості про практичне застосування одержаних результатів або рекомендації, як їх використовувати. Відзначаючи практичну значимість отриманих результатів, необхідно подати інформацію про ступінь їх готовності до застосування або масштабах застосування.

Кваліфікаційна робота має такі ознаки:

- навчально-дослідницька робота;
- моделювання відомих рішень з елементами новизни;
- тематика і науковий рівень мають відповідати освітньо-професійній програмі підготовки;
- результат - не стільки рішення наукової проблеми, скільки демонстрація здібностей здобувача ВО до самостійного наукового пошуку, визначення професійних проблем, знання методів дослідження та їх застосування.

У відгуку наукового керівника повинні бути відображені обґрунтування актуальності теми та її наукове і практичне значення; ставлення здобувача ВО до роботи у процесі її виконання, його акуратність, сумлінність, ступінь самостійності, творчості й ініціативності під час вирішення завдань, пов'язаних із виконанням магістерської роботи, уміння здобувача працювати з науковою літературою, його здатність узагальнювати матеріали і робити логічно обґрунтовані висновки, можливість рекомендувати кваліфікаційну магістерську роботу до захисту

У рецензії висвітлюються питання актуальності теми, її відповідності профілю підготовки здобувача ВО, указується на відповідність змісту роботи темі дослідження, повнота та глибина розробки запланованих завдань, переваги або недоліки в розробці окремих проблем, достовірність отриманих результатів, ступінь теоретичної і практичної підготовленості здобувача, грамотність та логічна послідовність викладення матеріалу, обґрунтованість висновків, якість оформлення роботи.

Критерії оцінювання - це ті положення, врахування яких є обов'язковим при виставленні тієї чи іншої оцінки.

Основні поняття. Актуальність теми, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна, критерії оцінювання кваліфікаційної магістерської роботи.

Завдання:

1. З'ясуйте загальні вимоги до кваліфікаційних магістерських робіт.
2. Визначте основні ознаки кваліфікаційних магістерських робіт.
3. Виявіть організаційні етапи виконання кваліфікаційної магістерської роботи.
4. З'ясуйте вимоги до оформлення складників кваліфікаційної магістерської роботи.
5. Визначте порядок захисту кваліфікаційної магістерської роботи.
6. Проаналізуйте критерії оцінювання кваліфікаційної магістерської роботи.
7. Підготувати реферат за обраною темою (список тем наведено).

Реферати:

1. Аналіз вимог щодо змісту кваліфікаційної магістерської роботи.
2. Вимоги до зовнішнього та внутрішнього оформлення кваліфікаційних магістерських робіт.
3. Основні підходи до організації й проведення науково-практичної конференції як однієї з найважливіших форм апробації результатів наукових досліджень.
4. Характеристика етапів виконання та захисту кваліфікаційної магістерської роботи.
5. Стиль викладання випускної кваліфікаційної магістерської роботи.
6. Нормативні вимоги до оформлення тексту кваліфікаційної роботи.
7. Змістовне наповнення основних структурних частин кваліфікаційної магістерської

роботи.

8. Кваліфікаційна магістерська робота як вид наукової роботи.
9. Типові критерії оцінювання якості кваліфікаційної магістерської роботи.
10. Науково-дослідна практика як етап магістерського дослідження.
11. Переддипломна практика як етап магістерського дослідження.
12. Зовнішнє рецензування кваліфікаційних магістерських робіт.
13. Стилi оформлення списку літератури.
14. АРА – міжнародний стиль оформлення наукових публікацій.
15. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».
16. Правила цитування та посилання на використані джерела.
17. Види кваліфікаційних робіт здобувачів ВО.
18. Онлайн сервіси перевірки на плагіат наукових робіт.
19. Unischek сервіс перевірки на плагіат наукових робіт
20. Різновиди плагіату наукового тексту.

Питання для самоперевірки:

1. Охарактеризуйте загальні вимоги до кваліфікаційних магістерських робіт.
2. Визначте організаційні етапи виконання кваліфікаційної магістерської роботи.
3. Проаналізуйте основні ознаки кваліфікаційних магістерських робіт.
4. Які основні ознаки кваліфікаційних магістерських робіт?
5. Назвіть критерії оцінювання кваліфікаційної магістерської роботи.
6. Назвіть структурні компоненти вступу пояснювальної записки до кваліфікаційної магістерської роботи.
7. Які вимоги до структури та оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної магістерської роботи.

Список рекомендованих джерел інформації

Література основна

1. Виклюк Я.І., Камінський Р.М., Пасічник В.В. Моделювання складних систем: посібник. Львів: Видавництво «Новий Світ - 2000», 2020. 404 с.
2. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч.посіб. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
3. Дмитрієв О.М., Задкова О.В., Бродова О.В., Дранко А.А. Методичні вказівки до виконання та захисту кваліфікаційних (магістерських) робіт. Кропивницький: ЛА НАУ, 2023. 61 с.
4. ДСТУ 3017:2015. Видання. Основні види. Терміни та визначення понять. URL: http://ksv.do.am/GOST/dstu_3017-2015.pdf
5. Зацерковний В.І. Тішаєв І.В., Демидов В.К.. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с.
6. Медвідь В. Ю., Данько Ю.І., Коблянська І.І. Методологія та організація наукових досліджень (у структурно-логічних схемах і таблицях): навч. посіб. Суми: ШНАУ, 2020. 220 с.
7. Положення про організацію освітнього процесу в ЛА НАУ. URL: https://sfa.org.ua/images/docs/Pologennya_orgosvit2021.pdf
8. Положення про екзаменаційну комісію з проведення атестації здобувачів вищої освіти ЛА НАУ. URL: https://sfa.org.ua/images/docs/Pologennya_ekzamenkomis.pdf
9. Про науково-технічну інформацію. Закон України від 25.06.1993р. № 3323-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3322-12#Text>
10. Радзіховська Л.М., Гусак Л.П. Застосування табличного процесора MS Excel при викладанні системного аналізу. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. Луцьк. 2020. Випуск № 40. С. 84-89.
11. Рарок О.В. Статистика. Конспект лекцій: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин І.Я., 2017. 202 с.
12. Суркова К.В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень». Кропивницький: ЛА НАУ, 2022. 74 с.
13. Суркова К.В. Методологія наукових досліджень. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи. Кропивницький ЛА НАУ, 2022. 28 с.
14. Суркова К.В. Термінологічний словник. Методологія наукових досліджень. Кропивницький: ЛА НАУ, 2020. 40 с.
15. Ярошук Л.Д. Експертні методи в автоматизованих системах керування: Формування та напрями використання експертних знань: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; 2-ге вид., допов. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 43 с.

Література додаткова

1. Важинський С.Е., Щербак Т.І. Методика та організація наукових досліджень: навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с.
2. Радзіховська Л.М., Гусак Л.П. Застосування табличного процесора MS Excel при викладанні системного аналізу. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. Луцьк. 2020. Випуск № 40. С. 84-89.
3. Рева О.М., Камишин В.В. Метод визначення інтегративного показника компетентності експерта. *Наука, технології, інновації*. Київ, 2018. № 3. С.27-37.
4. Суркова К.В., Ломакіна М.Є., Цонев К.Г. Метод експертних оцінок при визначенні складності алгоритмів професійної діяльності авіадиспетчерів. *Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем: матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції (Кропивницький, 20 грудня 2019 р.)*. Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. С.215-216.
5. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник / О.А. Балтовський та ін.; Одеса: РВВ ОДУВС, 2021. 156 с.

Інформаційні ресурси

1. Державіаслужба. URL: <http://www.avia.gov.ua>
2. Державна науково-технічна бібліотека України. URL: <https://dntb.gov.ua/>
3. Євроконтроль. URL: <http://www.eurocontrol.int/>
4. Міністерство Інфраструктури України. URL: <http://www.mtu.gov.ua>
5. Національне бюро з розслідування на транспорті. URL: <https://nbaai.gov.ua/>
6. Наука. МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nauka?&type=posts&tag=nauka>
7. Наукові фахові видання. URL: <https://mon.gov.ua/ua/nauka/nauka/atestaciya-kadri-vishoyi-kvalifikaciyi/naukovi-fahovi-vidannya>
8. Вільні джерела наукової інформації. URL: <http://uran.ua/refer/scinfo/free.htm>
9. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://nbuv.gov.ua>
10. Украерорух. URL: <http://uksatse.ua/>