

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

Суркова К.В.

Конспект лекцій
з навчальної дисципліни

Методологія наукових досліджень

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



Кропивницький 2024

УДК 629.7:001.89

Рецензенти:

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

С.І. Осадчий – зав. кафедри льотної експлуатації та безпеки польотів, доктор технічних наук, професор

С90

Суркова К.В.

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень». 2-ге вид., переробл. і допов. Кропивницький: ЛА НАУ, 2024. 77 с.

В конспекті лекцій наведено систематизований матеріал з дисципліни «Методологія наукових досліджень» відповідно до робочої програми, викладений лекційний матеріал сприятиме більш успішному вивченню дисципліни. Конспект лекцій містить перелік тем лекцій, плани лекцій, тексти лекцій, ключові поняття та списки рекомендованих джерел інформації. Надані питання для самоперевірки кожної теми дисципліни. Навчальне видання призначається для здобувачів другого освітнього рівня спеціальності 272 «Авіаційний транспорт» за освітньо-професійною програмою: «Льотна експлуатація повітряних суден». Кількість годин відведених на лекційні 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 2.09.2024,
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.....	11
Тема 3 Моделювання в наукових дослідженнях.....	18
Тема 4 Обробка результатів наукових досліджень.....	25
Тема 5 Аналіз результатів наукових досліджень.....	36
Тема 6 Експертні методи дослідження.....	45
Тема 7 Підготовка результатів наукових досліджень до апробації.....	55
Тема 8 Випускна кваліфікаційна магістерська робота: вимоги та оформлення.....	66
Список рекомендованих джерел інформації.....	76
Інформаційні ресурси.....	77

ВСТУП

Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти є основним засобом ознайомлення з навчальними матеріалом для активного, цілеспрямованого здобуття нових знань без особистої участі в аудиторній роботі. Опрацювання лекційного матеріалу передбачає роботу з теоретичним матеріалом, виокремлення основних положень та їх засвоєння, використовуючи при цьому не тільки лекційний матеріал, а й запропоновані джерела інформації. Знання теоретичного матеріалу є гарантією його використання при виконанні тестових та практичних завдань.

Метою викладання навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» є залучення майбутніх магістрів до наукової роботи і формування всебічно розвиненої особистості сучасного фахівця незалежно від його майбутньої посади.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методологія наукових досліджень» є отримання спеціальних знань з проведення наукових досліджень, набуття початкового досвіду їх застосування та продукування нового знання для розв'язання проблемних професійних завдань у авіаційній галузі.

В результаті засвоєння навчального матеріалу дисципліни здобувачі повинні:

Знати: організацію та етапи науково-дослідної роботи; основні джерела наукової інформації; складники наукового апарату досліджень; основні методологічні підходи; методи наукових досліджень; методи формалізованого опису складних систем; методи статистичної та аналітичної обробки результатів наукових досліджень; основні вимоги щодо оформлення результатів наукової роботи; порядок підготовки та захисту кваліфікаційної магістерської роботи.

Вміти: організувати дослідницьку роботу згідно з етапами наукових досліджень; здійснювати аналітичний огляд джерел науково-технічної інформації за обраною тематикою дослідження; обґрунтувати актуальність вибраної теми дослідження; проводити збір інформації і обробляти наукову інформацію; працювати з науковою та довідниковою літературою; формулювати науковий апарат дослідження; обрати методи дослідження; будувати та обґрунтовувати моделі досліджуваних об'єктів або процесів; проводити статистичну та аналітичну обробку результатів досліджень; будувати емпіричні характеристики результатів досліджень; провести кореляційно-регресійний та дисперсійний аналіз; провести експертне опитування та обробити його результати; опрацьовувати результати досліджень з метою їх подальшої апробації; використовувати комп'ютерні засоби на всіх етапах наукових досліджень.

Кількість годин відведених на лекційні заняття відповідає робочій програмі з навчальної дисципліни.

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

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.

1.1 Поняття методології наукових досліджень. Рівні методології

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

Виділяють такі рівні методології: вищий рівень - філософська методологія, другий рівень - загальнонаукова методологія, третій рівень - конкретно-наукова методологія і четвертий - методика і техніка дослідження.

Всі рівні методології утворюють складну систему, в рамках якої між ними існує супідрядність. *Філософський рівень* методології виступає як змістовна підстава всякого методологічного знання, визначає світоглядні підходи до процесу пізнання і перетворення дійсності. *Загальнонауковий рівень* методології, що включає загальнонаукові концепції, озброює дослідника знаннями, необхідними для загального аналізу досліджуваного явища, формує основу теоретичної і практичної діяльності. *Конкретно-науковий рівень* методології дозволяє конкретизувати проблему з точки зору певної науки, сформулювати принципи і виділити методи дослідження, характерні для даної наукової області. *Технологічний рівень* методології визначає, яким чином можна отримати достовірний емпіричний матеріал забезпечує отримання за допомогою певних процедур, властивих цій науці.

1.2 Методологічні підходи. Вибір методологічних підходів до конкретного дослідження

Реалізація методологічних підстав наукового аналізу будь-яких явищ і процесів здійснюється за допомогою застосування методологічних підходів.

Таблиця 1.1 – Методологічні підходи за рівнями

Рівні методології	Методол. підходи
філософська методологія	пов'язані з розробкою світоглядної проблематики, з виконанням функцій філософської критики форм і принципів наукового пізнання.
загальнонаукова методологія	поширюватися одночасно на сукупність фундаментальних наукових дисциплін, вони пов'язані з рішенням широкого кола методологічних завдань
конкретно-наукова методологія	відображають специфіку досліджень в певній науковій дисципліні чи ряді взаємопов'язаних суміжних дисциплін
технологічна методологія (методика і техніка дослідження)	представляють собою спеціалізовану сукупність процедур, що забезпечують отримання однакового і достовірного емпіричного матеріалу і його первинну обробку.

У загальноприйнятому розумінні слово «підхід» означає сукупність прийомів,

способів, використовуваних для впливу на кого-небудь, вивчення чого-небудь, ведення справ. Дослідницький підхід визначається як вихідний принцип, вихідна позиція дослідника. Кожен методологічний підхід може бути поєднано з певним рівнем методології науки.

Приклади: формальний, історичний, кібернетичний, діяльнісний, системний.

Як правило, один підхід не вичерпує методологічної характеристики конкретного дослідження. Складність і багатогранність явищ навколишньої дійсності, їх взаємозв'язок і взаємозалежність обумовлює необхідність застосування сукупності методологічних підходів, що забезпечують отримання об'єктивної, достовірної інформації, що дозволяє створити цілісну картину досліджуваного явища.

У сучасній науці існує безліч методологічних підходів, що визначають різні напрямки досліджень і відображають специфіку конкретної науково-дослідної діяльності, тому одним із завдань, що мають першорядне значення в організації наукового дослідження, є вибір методологічних підходів, що складають основу дослідження.

Вибирають методологічні підходи, що складають основу дослідження, при дотриманні ряду умов:

1) методологічні підходи, що обираються, повинні бути адекватними, тобто в повній мірі відповідати цілям і завданням дослідження;

2) для отримання об'єктивної і цілісної картини досліджуваного явища необхідно використовувати не один, а кілька підходів, що відповідають одному або декільком рівням методології;

3) сукупність методологічних підходів, що застосовуються в дослідженні, не повинна включати взаємовиключні підходи;

4) методологічні підходи, які застосовуються в дослідженні, повинні доповнювати один одного, що дозволяє вивчити конкретний об'єкт всебічно і у всіх його взаємозв'язках.

1.3 Системний підхід

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. Методологічна специфіка системного підходу полягає в тому, що метою дослідження є вивчення закономірностей і механізмів утворення складного об'єкта з певних складових. При цьому особлива увага звертається на різноманіття внутрішніх і зовнішніх зв'язків системи, на процес (процедуру) об'єднання основних понять у єдину теоретичну картину, що дає змогу виявити сутність цілісності системи.

Основними принципами системного підходу є такі: цілісності, всебічності, системоутворюючих відносин, субординації; динамічності; випереджаючого відображення.

Аспекти системного підходу: системно-цільовий, системно-функціональний, системно-інтегративний, системно-структурний, системно-комунікативний, системно-управлінський, системно-елементний, системно-історичний.

Підхід 1. *Класичний підхід* - від окремого до загального (індукція)

Формування системи класичним (традиційним) методом: I етап - формування цілей функціонування окремих підсистем; II етап - збір, аналіз і добір інформації для формування підсистем; III етап - формування системи в цілому з окремих підсистем

Підхід 2. *Системний підхід* – від загального до окремого (дедукція)

Порядок формування системи при використанні системного підходу:

I етап - формування цілей функціонування системи в цілому; II етап - на підставі аналізу цілей системи й обмежень зовнішнього середовища формуються вимоги до системи; III етап - орієнтоване формування окремих підсистем; IV - на основі аналізу варіантів підсистем здійснюється їх вибір і формується система

1.4 Організація та етапи наукових досліджень

У процесі підготовки та проведення будь-якого дослідження можна виділити п'ять головних етапів:

- етап накопичення наукової інформації: бібліографічний пошук наукової інформації, вивчення документів, основних джерел теми, складання огляду літератури, вибір аспектів дослідження;
- формулювання теми, мети і завдань дослідження, визначення проблеми, обґрунтування об'єкту і предмету, мети, головних завдань, гіпотези дослідження;
- теоретичне дослідження - обґрунтування напрямів, вибір загальної методики, методів, розробка концепції, параметрів, формулювання висновків дослідження;
- проведення експерименту - розробка програми, методики, одержання і аналіз даних, формулювання висновків і результатів дослідження;
- оформлення результатів наукового дослідження, висновків, рекомендацій, уточнення наукової новизни та практичної значимості.

1.5 Методи наукових досліджень та їх класифікація

Метод - (від грец. «Methodos» - шлях дослідження) - спосіб досягнення мети, вирішення конкретного завдання.

Методи дослідження підрозділяється на:

- загальні, прийнятні на всіх етапах дослідження у всіх областях науки;
- загальнонаукові (для всіх наук);
- приватні (для певних наук);
- спеціальні (для конкретних наук).

Так, наприклад, загальнонаукові методи: спостереження, порівняння, рахунок, вимір, експеримент, узагальнення, абстрагування, формалізація, моделювання, ранжування, системні аксіоматичні, гіпотетичні.

Класифікація методів дослідження за рівнями дослідження.

Для *теоретичного* рівня дослідження використовуються методи:

аналізу-синтезу, індукції-дедукції, аналогії, узагальнення, моделювання, порівняння, абстрагування та ін.

Для *емпіричного* рівня дослідження характерні такі методи:

- спостереження; експеримент; вимір, опитування, тестування, статистичні і т.п.

Таким чином, дослідник повинен вибрати серед розмаїття методів сучасної науки саме такі відповідні методи дослідження або їх сукупність, які найбільш повно і ефективно дозволять вирішити поставлену мету дослідження.

1.6 Види та джерела наукової інформації в авіаційній галузі.

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

- вона отримується в процесі пізнання закономірностей об'єктивної дійсності, підґрунтям якої є практика, і подається у відповідній формі;
- це документовані або публічно оголошені відомості про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки, виробництва, отримані в процесі науково-дослідної, дослідно-конструкторської, виробничої та громадської діяльності.

Науково-технічна інформація - будь-які відомості та/або дані про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої та громадської діяльності, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді.

Основні джерела науково-технічної інформації можна згрупувати в такому вигляді:

1. Монографія - це наукова праця, присвячена глибокому викладу матеріалу в конкретній,

зазвичай вузькій галузі науки. Це наукова праця одного або декількох авторів. Вона має достатньо великий обсяг: не менше 50 сторінок машинописного тексту. 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. Науково-інформаційна діяльність – сукупність дій, спрямована на задоволення потреб громадян, юридичних осіб і держави, що полягає в її збиранні, аналітико-синтетичній обробці, фіксації, зберіганні, пошуку і поширенні.

10. Інформаційні ресурси науково-технічної інформації - це систематизовані зібрання науково-технічної літератури і документації, зафіксовані на паперових та інших носіях.

11. Довідково-інформаційний фонд - це сукупність упорядкованих первинних документів і довідково-пошукового апарату, призначених для задоволення інформаційних потреб.

12. Довідково-пошуковий апарат - це сукупність упорядкованих вторинних документів, створюваних для пошуку першоджерел.

13. Інформаційні ресурси спільного користування - це сукупність інформаційних ресурсів державних органів науково-технічної інформації (бібліотека, фірми, організації);

14. Аналітико-статистична обробка науково-технічної та практичної інформації.

Значення і роль інформації в тому, що, по-перше, без неї не може бути проведене те чи інше наукове дослідження, по-друге, інформація досить швидко старіє, і потрібне постійне поновлення матеріалів. За даними зарубіжних джерел інтенсивність старіння інформації становить понад 10% на день для газет, 10% на місяць для журналів, 10% на рік для книг і монографій. Окрім цього, інформація для дослідника є предметом і результатом його праці. Осмислюючи та опрацьовуючи потрібну інформацію, дослідник видає специфічний продукт: - якісно нову інформацію. При цьому підраховано, що біля 50% свого часу дослідник витрачає на пошук інформації. Тому досить відповідальним етапом наукового дослідження є вміння оперативно знаходити і опрацьовувати потрібну інформацію з теми дослідження.

Дослідження розпочинається з аналізу інформаційних матеріалів з обраної теми. Інформацію поділяють на:

- оглядову (вторинну) огляд наукових матеріалів;
- релеративну, що міститься в описах прототипів наукових завдань;
- реферативну (вторинну), що міститься в анотаціях, резюме, рефератах;
- сигнальну (вторинну) - інформацію попереднього повідомлення;
- довідкову (вторинну) - систематизовані короткі відомості в будь-якій галузі знань.

Отже, при опрацюванні інформації її можна поділити на дві групи.

Первинна інформація - це вихідна інформація, яка є результатом безпосередніх соціологічних експериментальних досліджень, вивчення практичного (це фактичні дані,

зібрані дослідником, їх аналіз і перевірка).

Вторинна інформація - це результат аналітичної обробки та публікації інформації з теми дослідження (це опубліковані документи, огляд інформації з теми). Це:

- інформаційні видання (сигнальна інформація, реферативні журнали, експрес-інформація, огляди);
- довідкова література (енциклопедії, словники);
- каталоги і картотеки;
- бібліографічні видання.

Ця інформація служить теоретичним та експериментальним основою проведення наукового дослідження, є доказом наукової обґрунтованості роботи її, достовірності та новизни.

Джерела інформації мережі Інтернет для проведення досліджень:

Державіаслужба. URL: <http://www.avia.gov.ua>

Державна науково-технічна бібліотека України. URL: <https://dntb.gov.ua/>

Євроконтроль. URL: <http://www.eurocontrol.int/>

Міністерство Інфраструктури України. URL: <http://www.mtu.gov.ua>

Національне бюро з розслідування на транспорті. URL: <https://nbaai.gov.ua/>

Наука. МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nauka?&type=posts&tag=nauka>

Наукові фахові видання. URL: <https://mon.gov.ua/ua/nauka/nauka/atestaciya-kadriv-vishovi-kvalifikaciyi/naukovi-fahovi-vidannya>

Вільні джерела наукової інформації. URL: <http://uran.ua/refer/scinfo/free.htm>

Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://nbuv.gov.ua>

Украерорух. URL: <http://uksatse.ua/>

1.7 Формування інформаційної бази дослідження.

Достовірність - це достатня правильність, доказ того, що названий результат (закон, сукупність фактів) є істинним, правильним. Достовірність результатів і висновків обґрунтовується експериментом, логічним доказом, аналізом літературних та архівних джерел, перевірених на практиці. Є три групи методів доказу достовірності: аналітичні, експериментальні, підтвердження практики.

До найважливіших методів наукового пізнання належать аналітичні методи. Їх суть - доказ результату через логічні, математичні перетворення, аналіз статистичних даних, опублікованих і неопублікованих документів (облікових, планових, аналітичних, анкетних).

У процесі експерименту проводяться наукові дослідження порівнюються теоретичні та експериментальні результати. При зіставленні наукового результату з практикою необхідний збіг теоретичних положень з явищами, що спостерігаються в практичних ситуаціях. Тому для вивчення теоретичного підґрунтя теми дослідження потрібне глибоке опрацювання джерел інформації. Знання опублікованої інформації дає змогу глибше осмислити науковий і практичний матеріал інших вчених, дослідників, виявити рівень дослідженості конкретної теми, підготувати огляд літератури з теми. Потрібну наукову інформацію дослідник отримує в бібліотеках та органах науково-технічної інформації.

Основними принципами формування й використання інформації в наукових дослідженнях є:

- актуальність, що означає реальне відображення в кожний момент часу стану зовнішнього середовища, а тому потрібно щодня чи щогодини оновлювати відповідні бази даних;
- вірогідність даних, що дає можливість знати про об'єктивний стан і розвиток зовнішнього середовища, ринку;
- повнота відображення, необхідна для об'єктивного обліку всіх факторів, що впливають або формують зовнішнє середовище;
- релевантність даних, що дозволяє одержати необхідну інформацію в певній

відповідності зі сформованими вимогами та запобігти роботі з непотрібними даними;
- цілеспрямованість даних, що дозволяє орієнтуватися на конкретні цілі та завдання у сфері зовнішнього ринку;
- узгодженість та інформаційна єдність, що дозволяє розробляти таку систему показників, за якої були б неможливі протиріччя у висновках і неузгодженість первинних і вихідних даних.

1.8 Основні завдання огляду наукових джерел інформації.

Основними завданнями огляду літератури є:

- 1) ознайомлення з матеріалами по темі дослідження, їх класифікація, відбір найцікавіших досліджень, основних фундаментальних робіт, найважливіших результатів; при цьому треба вивчати літературу не тільки за «вузької» темі дослідження, але і по близьким до неї тем;
- 2) виявлення напрямків досліджень, що викликають найбільший інтерес, ще недостатньо досліджених і які могли б стати темою дослідження;
- 3) формулювання напрямків дослідницької роботи, характеристика основних розділів теоретичної та експериментальної частин дослідження; і на завершення огляду - перша редакція орієнтовного плану дослідницької роботи;
- 4) отримання вихідного матеріалу для написання частини дослідження, складання анотованого покажчика статей і книг по темі дослідження.

Основні категорії та поняття. Методологія, рівні методології, методологічний підхід, системний підхід, метод дослідження, наукова інформація.

Запитання для перевірки знань:

1. Розкрийте поняття методології наукових досліджень та її основні компоненти.
2. Назвіть етапи наукових досліджень.
3. Назвіть методи наукових досліджень та їх класифікацію та схарактеризуйте їх.
4. Визначте поняття системного підходу та його основні етапи.
5. Назвіть основні джерела наукової інформації в авіаційній галузі
6. Які принципи формування й використання інформації в наукових дослідженнях?
7. Розкрийте основні завдання огляду наукових джерел інформації.

Тема 2. Основні поняття будови та функціонування систем

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.

2.1 Основні поняття, що характеризують будову і функціонування систем.

Поняття, що характеризують будову системи:

Елемент - найпростіша неподільна частина системи, властивості якого визначаються конкретним завданням, хоча це поняття і є неоднозначним. Тому розглядають наступне визначення: елемент - це межа розподілу системи з точки зору аспекту розгляду, вирішення конкретного завдання, поставленої мети.

Систему можна розчленовувати на елементи різними способами в залежності від формулювання завдання, цілі її уточнення в процесі проведення системного дослідження. При необхідності можна змінювати принцип розчленування, виділяти інші елементи і отримувати за допомогою нового розчленування більш адекватне уявлення про аналізований об'єкт або проблемну ситуацію.

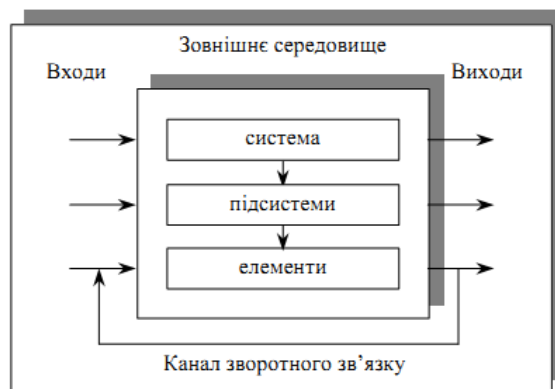


Рисунок 2.1 - Узагальнене подання системи

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 подціль, на досягнення якої спрямована підсистема, а також інші властивості: властивість цілісності, комунікативності т.д.

Якщо ж частини системи не володіють такими властивостями, а є просто сукупністю однорідних елементів, то такі частини прийнято називати компонентами.

Виділення підсистем залежить від мети і може змінюватися в міру її уточнення і розвитку уявлень дослідника про об'єкт.

Зв'язок. Поняття зв'язок входить в будь-яке визначення системи і забезпечує виникнення і збереження її цілісних властивостей. Це поняття одночасно характеризує і будову (статика), і функціонування (динаміку) системи.

Зв'язок визначають як обмеження ступеня свободи елементів. Дійсно, елементи, вступаючи у взаємодію (зв'язок) між собою, втрачають частину своїх властивостей, які вони потенційно мали у вільному стані. У визначеннях системи терміни зв'язок і відношення зазвичай використовуються як синоніми, хоча у деяких дослідників інша точка зору.

Зв'язки можна охарактеризувати напрямом, силою, характером (або видом). За

першою ознакою зв'язки діляться на спрямовані і не спрямовані. За другим - на сильні і слабкі. За характером (видом) розрізняють зв'язки підпорядкування, зв'язки породження (або генетичні), рівноправні (чи байдужі), зв'язки управління.

Важливу роль в моделюванні систем відіграє поняття зворотного зв'язку (рис. 2.1.).

Зворотній зв'язок може бути позитивним, зберігає тенденції зміни в системі того чи іншого вихідного параметра, і негативним - протидіє тенденціям зміни вихідного параметра, тобто спрямован на збереження, стабілізацію необхідного значення параметра (наприклад, стабілізацію вихідної напруги або, в системах організаційного управління, кількості продукції, що випускається, її собівартості і т.д.). Зворотній зв'язок є основою саморегулювання, розвитку систем, пристосування їх до мінливих умов існування.

Мета. Поняття мета і пов'язані з ним поняття цілеспрямованості, доцільності лежать в основі розвитку системи.

Аналіз визначень мети і пов'язаних з нею понять показує, що в залежності від стадії пізнання об'єкту, етапу системного аналізу, в поняття «мета» вкладають різні відтінки - від ідеальних прагнень (мета - «вираз активності свідомості»: «людина і соціальні системи мають право формулювати мети, досягнення яких, як їм завідомо відомо, неможливо, але до яких можна безперервно наближатися»), до конкретних результатів, досяжних в межах деякого інтервалу часу, що формуються іноді навіть в термінах кінцевого продукту діяльності. У деяких визначеннях мета як би трансформується, приймаючи різні відтінки в межах умовної «шкали» - від ідеальних прагнень до матеріального втілення, кінцевим результатом діяльності.

Наприклад, метою називається «те, до чого прагне, чому поклоняється і за що бореться людина», і навіть «мрія - це мета, не забезпечена засобами її досягнення». Отже, поведінка однієї і тієї ж системи може бути описано і в термінах мети або цільових функціоналів, що пов'язують цілі із засобами їх досягнення (таке уявлення називається аксіологічними), і без згадки поняття мети в термінах безпосереднього впливу одних елементів або описують їх параметрів на інші в термінах «простору станів». Тому одна і сама ситуація може бути представлена тим або іншим способом в залежності від дослідника. Для того щоб відобразити діалектичне протиріччя, укладене в поняття «мета», розглядають таке визначення мети: «заздалегідь мислимий результат свідомої діяльності людини, групи людей» («заздалегідь мислимий», але все ж «результат», втілення задуму; підкреслюється також, що поняття мети пов'язано з людиною, його «свідомою діяльністю»).

Структура. Система може бути представлена простим перерахуванням елементів або «чорним ящиком» (моделлю «вхід - вихід»). Однак найчастіше при дослідженні об'єкта такого уявлення недостатньо, оскільки потрібно з'ясувати, що собою являє об'єкт, що в ньому забезпечує виконання поставленої мети, отримання необхідних результатів. У цих випадках систему відображають шляхом розчленування на підсистеми, компоненти, елементи з взаємозв'язками, які можуть носити різний характер, і вводять поняття структури. Структура (будова, розташування) відображає певні взаємозв'язки, взаєморозташування складових частин системи, її устрій (будову).

Зазвичай в структуру включають не всі компоненти і зв'язки, а лише найбільш істотні, які забезпечують існування системи та її основні властивості. Іншими словами, структура характеризує організованість системи, стійку впорядкованість елементів і зв'язків. Структурні зв'язки мають відносну незалежність від елементів і можуть виступати як інваріант при переході від однієї системи до іншої. При цьому системи можуть мати різну фізичну природу. Одна і та ж система може бути представлена різними структурами в залежності від стадії пізнання об'єкту, від мети створення. Структура в ході проектування в міру розвитку досліджень може змінюватися.

Поняття, що характеризують функціонування і розвиток системи:

Розглянемо основні терміни процесів, що відбуваються в складних системах.

Стан. Поняттям стан зазвичай характеризують миттєву фотографію, «зріз» системи, зупинку в її розвитку. Його визначають або через вхідні дії і вихідні сигнали, або через макропараметри, макровластивості системи (тиск, швидкість, температура).

Якщо розглядати елементи h (компоненти, функціональні блоки), і врахувати, що «входи» можна розділити на керуючі x і ті, що обурюють v (неконтрольовані) і що «виходи» (вихідні результати) залежать від h, x і v , тобто $y = f(h, x, v)$, то в залежності від завдання стан системи може бути визначено як $\{h, x\}$, $\{h, x, y\}$ або $\{h, x, v, y\}$.

Поведінка. Якщо система здатна переходити з одного стану s в інший $s_1 \rightarrow s_2 \rightarrow s_3 \rightarrow \dots$, то кажуть, що вона володіє поведінкою. Цим поняттям користуються, коли невідомі закономірності (правила) переходу системи з одного стану в інший. З урахуванням введених позначень поведінку можна представити як функцію $s(t) = [s(t-1), y(t), v(t)]$.

Рівновага. Поняття рівноваги визначають як здатність системи за відсутності зовнішніх впливів, що обурюють (або постійних впливів) зберігати свій стан як завгодно довго. Цей стан називають станом рівноваги.

Стійкість. Під стійкістю розуміють здатність системи повертатися в стан рівноваги після того, як вона була з цього стану виведена під впливом зовнішніх (або в системах з активними елементами - внутрішніх) впливів, що обурюють. Ця здатність зазвичай властива системам при постійному u тоді, коли відхилення не перевищують певної межі. Стан рівноваги, в який система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги. Повернення в цей стан може супроводжуватися коливальним процесом.

Розвиток. Розвиток системи є зміною її якості на виході, тобто зміна мети і типу її функціонування, що забезпечує досягнення мети. Оскільки в процесі розвитку відбувається зміна якості поведінки системи, то і відносини не можуть залишатися стійкими. Отже, і основою розвитку є суперечливі (не рівноважні) відносини, які об'єднують елементи, що одночасно є частинами системи і володіють взаємовиключними тенденціями розвитку.

2.2 Складна система. Формальні ознаки складної системи.

Існує кілька визначень поняття системи, розглянемо деякі з них.

Система розглядається як сукупність елементів, взаємодіючих в процесі виконання певного кола завдань і взаємопов'язаних функціонально. Або більш коротко, система - це сукупність елементів, пов'язаних спільною метою функціонування, наприклад, з позиції забезпечення безпеки польотів.

Складні системи - це системи цілеспрямовані на рішення багатоцільових завдань і для їх опису використовують взаємопов'язаний комплекс моделей.

Складна система - складений об'єкт, частини якого можна розглядати як окремі системи, об'єднані в єдине ціле відповідно до визначених принципів або пов'язані між собою заданими відносинами.

Складна система - система, що складається з взаємозалежних, цілеспрямовано функціонуючих елементів і перебуває у взаємодії з навколишнім середовищем.

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.

2.3 Структура системи. Базові структури систем: ієрархічна, мережева, матрична. Багаторівнева ієрархічна структура.

Мережева структура, або мережа, являє собою декомпозицію системи в часі (рис. 2.2).

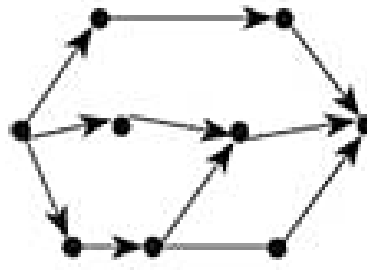


Рисунок 2.2 - Мережева структура

Такі структури можуть відображати порядок дії технічної системи (телефонна мережа, електрична мережа і т.п.), етапи діяльності людини (при виробництві продукції - мережевий графік, при проектуванні - мережева модель, при плануванні - мережевий план і т.д.).

Ієрархічні структури представляють собою декомпозицію системи в просторі. Всі компоненти (вершини, вузли) і зв'язки (дуги, з'єднання вузлів) існують в цих структурах одночасно (не рознесені в часі). Такі структури можуть мати не два (як для простоти показано на рис. 2.3 а,б), а більше число рівнів декомпозиції (структуризації).

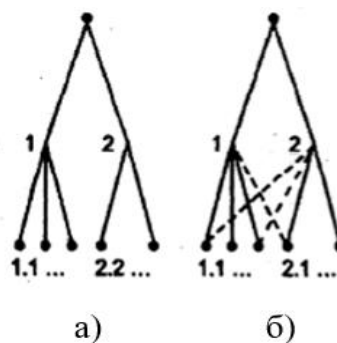


Рисунок 2.3 - Ієрархічні структури

Структури типу рис. 2.3 (а), в яких кожен елемент нижчого рівня підпорядкований одному вузлу (одній вершині) вищого (і це справедливо для всіх рівнів ієрархії), називають деревовидними структурами, структурами типу «дерева», на яких виконується відношення деревного порядку, ієрархічними структурами з «сильними» зв'язками».

Структури типу рис. 2.3 (б), в яких елемент нижчого рівня може бути підпорядкований двом і більше вузлів (вершин) вищого, називають ієрархічними структурами зі «слабкими» зв'язками.

Матричні структури. Матрична структура не має ієрархічної спрямованості, а є зв'язками між елементами у вигляді поєднання рядків и стовпців. Ієрархічним структурам, наведеними на рис. 2.3 (а, б), відповідають матричні структури рис. 2.4 (а, б). Відносини, які мають вигляд «слабких» зв'язків між двома рівнями на рис. 2.3 (б), подібні відносинам в матриці, утвореної зі складових цих двох рівнів на рис. 2.4 (б).

Цілі	Підцілі		1.	2.
1. ...	1.1. ...	1.1.	+	+
	1.2. ...	1.2.	+	-
	1.3. ...	1.3.	+	+
2. ...	2.1. ...	2.1.	+	+
	2.2. ...	2.2.	-	+

а)

б)

Рисунок 2.4 - Матричні структури

Багаторівневі ієрархічні структури. У теорії систем американського вченого М. Месаровича запропоновані особливі класи ієрархічних структур, що відрізняються різними принципами взаємовідносин елементів в межах рівня і різних правом втручання вищого рівня в організацію взаємовідносин між елементами нижчого, для назви яких він запропонував наступні терміни: «страти», «шари», «ешелони» (рис. 2.5).

Змішані ієрархічні структури бувають з вертикальними і горизонтальними зв'язками (рис. 2.6).



Рисунок 2.5 - Багаторівневі ієрархічні структури

Структури з довільними зв'язками можуть мати будь-яку форму, об'єднувати принципи різних видів структур і порушувати їх.

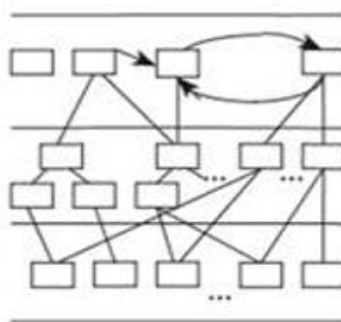


Рисунок 2.6 - Змішані ієрархічні структури

2.4 Системний аналіз. Етапи системного аналізу. Декомпозиція і агрегування.

Основним загальнонауковим методом є системний аналіз - сукупність методологічних способів, призначених для вирішення складних проблем.

Основними поняттями в системному аналізі є система, велика система, складна система, елемент і т.д.

Етапи системного аналізу:

1. Постановка завдань дослідження.

2. Визначення меж досліджуваної системи і структури. Виділення складових частин системи, взаємодії між ними.

3. Складання єдиної математичної моделі. Складні системи розчленовують на підсистеми, а потім об'єднують їх.

4. Аналіз отриманої моделі з метою оптимізації.

При аналізі складної системи зручно її представляти в вигляді ієрархічної структури. Під ієрархією розуміється структура з наявністю підпорядкованості, тобто нерівноправних зв'язків між елементами.

Види ієрархічних зв'язків різноманітні, але основні: деревоподібна; ромбовидна.

Основними процедурами системного аналізу є декомпозиція і агрегування.

Декомпозиція як спосіб спрощення складного складається в розкладанні складного цілого на більш дрібні (і прості) частини. Підставою для декомпозиції є модель системи.

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.

Методом, протилежним декомпозиції є агрегування, тобто об'єднання кількох елементів, підсистем в єдине ціле з урахуванням виявлених в процесі дослідження взаємозв'язків і пріоритетів.

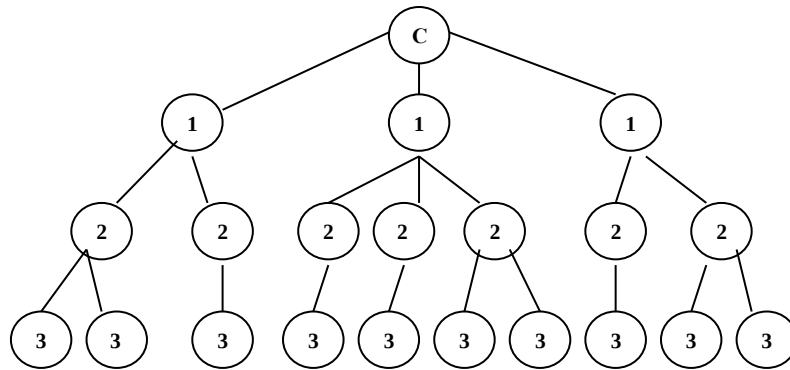


Рисунок 2.7 - Ієрархічна деревоподібна структура системи

1 - підсистеми першого рівня

2 - підсистеми другого рівня

3 - елементи систем

При об'єднанні частин у ціле система набуває нових якостей; властивості, відмінні від властивостей її компонентів. Така властивість системи отримало назву емерджентності від emergence (англ.) - несподіванка.

Існують розрізняють види агрегування, деякі з них:

1. Аддитивне агрегування:

$$\alpha(E) = \sum_{i=1}^m \alpha_i E_i, \quad (2.1)$$

де α_i -ваговий коефіцієнт відносної «важливості» окремої підсистеми (елемента) в загальній системі.

2. Мультиплікативне агрегування:

$$\varphi(E) = \prod_{i=1}^m E_i^{\alpha_i} \quad (2.2)$$

При агрегування окремих підсистем (елементів) до узагальненої систему необхідно знати їх відповідні «вагові» коефіцієнти α_i , які оцінюються експертними методами.

Основні категорії та поняття. Складна система, структура системи, системний аналіз, елемент, підсистема, декомпозиція, агрегування.

Запитання для перевірки знань:

1. Визначте основні поняття, що характеризують будову і функціонування систем.
2. Назвіть інструментарій табличного процесору MS Excel, який використовується в моделюванні.
3. Розкрийте поняття елементу, підсистеми, компонента.
4. Поясніть поняття рівноваги та стійкості системи.
5. Назвіть формальні ознаки складної системи.
6. Назвіть базові структури систем та схарактеризуйте їх.
7. Дайте характеристику етапів системного аналізу.

Тема 3. Моделювання в наукових дослідженнях

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.

3.1 Моделювання як метод дослідження процесів в системі авіаційного транспорту

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

Процес побудови моделі складається з основних етапів:

- постановка задачі моделювання;
- вибір виду моделі;
- перевірка моделі на достовірність;
- застосування моделі;
- вдосконалення моделі.

Для створення моделі доцільно, перш за все, охарактеризувати систему:

- зовнішнє середовище;
- зв'язок системи із зовнішнім середовищем;
- елементний склад системи, її частин, які можуть розглядатися як підсистеми;
- зв'язки між елементами системи (або важливі зв'язки, тому що неможливо описати всі);
- дія або функціонування системи.

Такий опис можна вважати початковою моделлю системи, яка є базовою для створення різних видів моделей: графічних (графи, мережі, дерева ...), математичних, алгоритмічних, статистичних та ін.

3.2 Види моделей. Основні вимоги до моделі

Різноманіття систем, що виявляється в різноманітті їх структурно-функціональної організації, визначає використання безлічі різних моделей, які можуть бути класифіковані залежно від:

- 1) характеру функціонування досліджуваної системи:
 - детерміновані, функціонування яких описується детермінованими величинами;
 - стохастичні або імовірнісні, функціонування яких описується випадковими величинами;
- 2) характеру протікають в досліджуваній системі процесів:
 - безперервні, в яких процеси протікають безупинно в часі;
 - дискретні, в яких процеси змінюють свій стан стрибкоподібно в дискретні моменти часу;
- 3) режиму функціонування системи:
 - стаціонарні, в яких характеристики не змінюються з часом;
 - нестаціонарні, в яких характеристики змінюються з часом;
- 4) призначення:
 - статичні або структурні, які відображають склад і структуру системи;
 - динамічні або функціональні, що відображають функціонування системи в часі;
 - структурно-функціональні, що відображають структурні і функціональні особливості організації досліджуваної системи;
- 5) способу подання (опису) і реалізації:
 - концептуальні або змістовні, що представляють собою опис (в найпростішому

випадку словесний) найбільш істотних особливостей структурно-функціональної організації досліджуваної системи;

- фізичні або матеріальні - моделі, еквівалентні або подібні оригіналу (макети) або процес функціонування яких такий же, як в оригіналу і має ту ж або іншу фізичну природу;

- математичні або абстрактні, що представляють собою формалізований опис системи за допомогою абстрактного мови, зокрема за допомогою математичних співвідношень, що відображають процес функціонування системи;

- програмні (алгоритмічні, комп'ютерні) - програми для ЕОМ, що дозволяють наочно уявити досліджуваний об'єкт за допомогою імітації або графічного відображення математичних залежностей, що описують необхідний об'єкт.

Основні вимоги до моделі

До всіх розроблюваних моделей пред'являються дві суперечливі вимоги:

- простота моделі;
- адекватність досліджуваної системі.

Вимога простоти моделі обумовлена необхідністю побудови моделі, яка може бути розрахована доступними методами. Побудова складної моделі може привести до неможливості отримання кінцевого результату наявними засобами в прийнятні терміни і з необхідною точністю.

Ступінь складності (простоти) моделі визначається рівнем її деталізації, що залежить від прийнятих припущень: чим їх більше, тим нижче рівень деталізації і, отже, простіше модель і, в той же час, менша адекватність досліджуваній системі.

Адекватність (від лат. *Adaequatus* - прирівняний, рівний) - відповідність моделі оригіналу, що характеризується ступенем близькості властивостей моделі властивостям досліджуваної системи.

Адекватність математичних моделей залежить від:

- степені повноти та достовірності відомостей про досліджувану систему;
- рівня деталізації моделі.

При цьому моделювання може проводитися:

- в умовах повної визначеності, що означає наявність точної інформації про всі вхідні параметри;

- в умовах невизначеності, обумовлених:

- *неточністю відомостей про параметри;

- *відсутністю відомостей про значення деяких параметрів.

Найбільш адекватно реальну систему представляє математична модель

Математична модель - наближений опис якого-небудь явища або класу явищ зовнішнього світу, виражене за допомогою математичної символіки.

В залежності від загальної характеристики об'єкта дослідження (реальної системи) обирається математичний апарат (рис.3.1).

Детермінованою величиною називається така величина, поведінка якої однозначно визначається її причинно-наслідковими зв'язками з іншими величинами. При вимірюванні ця властивість проявляється в тому, що при повторенні вимірювань поведінку детермінованою вимірюваної величини залишається незмінним

Випадковою величиною називається величина, яка в результаті вимірювань може прийняти те чи інше значення, причому невідомо заздалегідь, яке саме.

Для динамічних об'єктів дослідження: диференціальні рівняння; інтегральні рівняння; - рівняння в похідних; теорія автоматичного керування; алгебра.

Для статичних об'єктів дослідження: алгебра; диференціальні рівняння з незалежними від часу аргументами.

Для стаціонарних об'єктів дослідження: теорія ймовірностей; теорія інформації; алгебра.

Для нестаціонарних об'єктів дослідження: теорія випадкових процесів; теорія

марковських процесів; теорія автоматів; диференційні рівняння ймовірнісних характеристик.

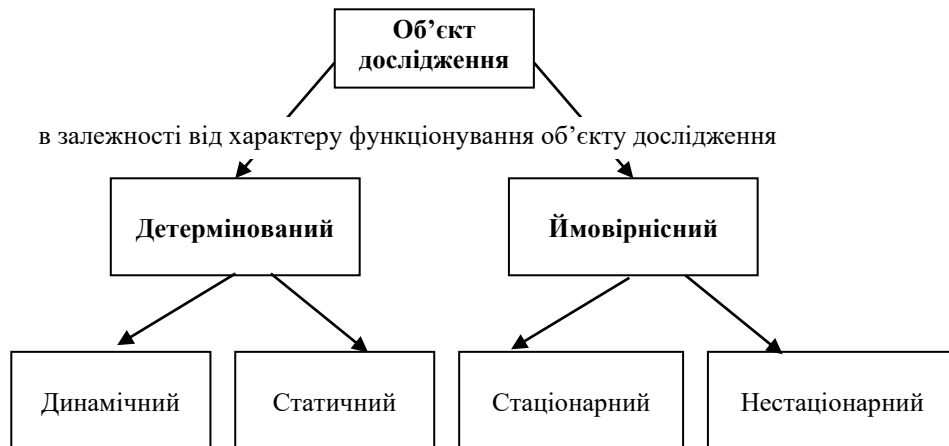


Рисунок 3.1 - Загальні характеристики об'єкта дослідження (системи)

Алгоритмічний опис об'єкта дослідження

Алгоритм - інструкція по послідовності і змісту елементарних операцій для вирішення певної задачі.

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.

Алгоритми, відповідно до яких рішення поставлених завдань зводиться до арифметичних дій, називаються чисельними алгоритмами.

Алгоритми, відповідно до яких рішення поставлених завдань зводиться до логічних дій, називаються логічними алгоритмами

Загальні властивості алгоритмів:

- дискретність, під якою розуміють поділ виконання рішення задачі на окремі операції (виконуються виконавцем за певними командами), по чергове виконання команд алгоритму за кінцеве число кроків приводить до вирішення завдання, до досягнення мети;
- визначеність (або точність) алгоритму означає, що кожна команда алгоритму повинна визначати однозначно дію виконавця;
- зрозумілість, тобто алгоритм, складений для конкретного виконавця, повинен включати тільки ті команди, які входять в його систему команд і зрозумілі виконавцю.
- результативність (або закінченість) алгоритму, тобто, що виконання алгоритму має закінчитися за кінцеве число кроків
- коректність, показником якої є кількість помилок, присутніх в тексті алгоритму;
- масовість, означає, що переважно розробляються алгоритми, що забезпечують вирішення всього класу задач якогось типу. Властивість масовості не є необхідною властивістю всіх алгоритмів (підходить для чисельних алгоритмів).

Існують різні способи запису алгоритмів (словесний, формульно-словесний, метод блок-схем, програмний і ін.), які застосовуються для подання алгоритму у вигляді, однозначно зрозумілим і розробником, і виконавцем алгоритму.

Блок-схема є формою подання алгоритму за допомогою графічних символів. Графічні символи, їх розміри, а також правила побудови блок-схем визначені державними стандартами (рис.3.2).

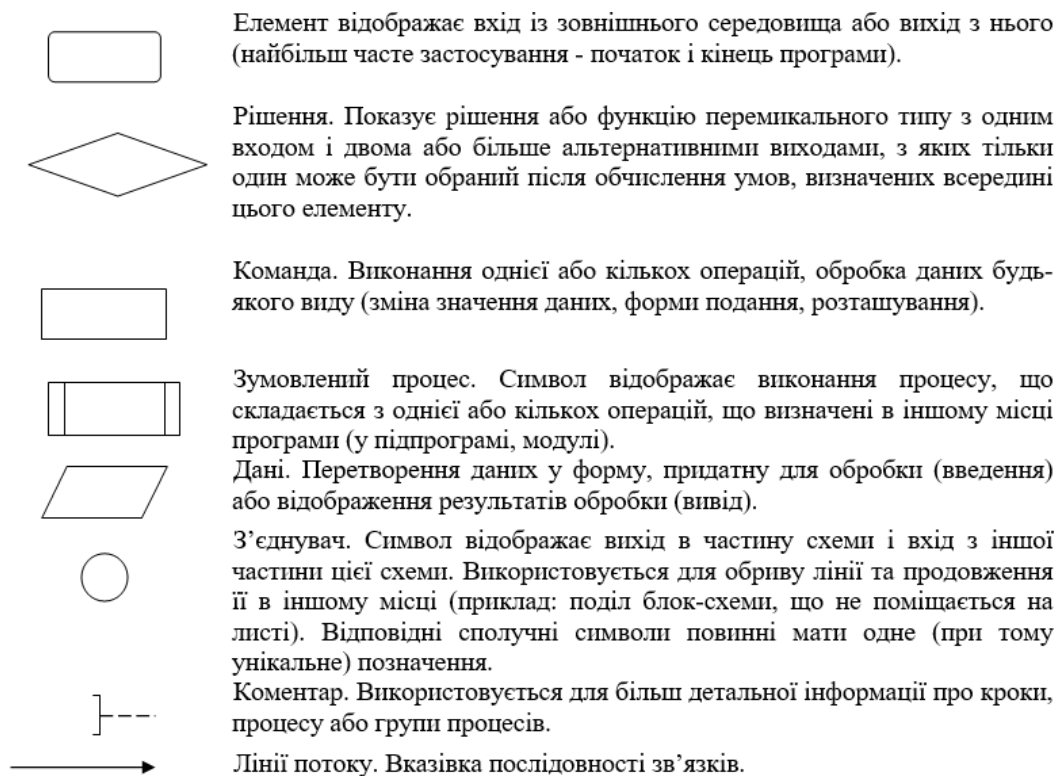


Рисунок 3.2 - Графічні символи, що застосовуються при розробці алгоритмів

3.4 Методи формалізованого опису складних систем.

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

1. Аналітичні методи застосовуються в тих випадках, коли властивості системи можна відобразити за допомогою детермінованих величин або залежностей, т. Е. Коли знання про процеси і події в деякому інтервалі часу дозволяють повністю визначити поведінку їх поза цим інтервалом. Такі методи використовуються при вирішенні завдань руху і стійкості, оптимального розміщення, розподілу робіт і ресурсів, вибору найкращого шляху, оптимальної стратегії поведінки в конфліктних ситуаціях і т. п.

2. Теоретико-множинні уявлення базуються на поняттях: множина, елементи множини і відносини на множинах. Складну систему можна відобразити у вигляді сукупності різнорідних множин і відносин між ними.

3. Логічні методи застосовуються при дослідженні нових структур систем різноманітної природи (технічних об'єктів, текстів та ін.), В яких характер взаємодії між елементами ще не настільки ясний, щоб було можливо їх уявлення аналітичними методами, а статистичні дослідження або утруднені, або не привели до виявлення стійких закономірностей.

4. Лінгвістичні і семіотичні уявлення виникли і розвиваються в зв'язку з потребами аналізу текстів і мов. Однак останнім часом ці уявлення починають широко застосовуватися для відображення та аналізу процесів в складних системах в тих випадках, коли не вдається застосувати відразу аналітичні, статистичні уявлення або методи формальної логіки.

5. Графічні подання є зручним засобом дослідження структур і процесів в складних системах і рішення різного роду організаційних питань в інформаційно-керуючих комплексах, в яких необхідна взаємодія людини і технічних пристроїв. Широке застосування на практиці отримала теорія мережевого планування і управління

6. Статистичні методи. У тих випадках, коли не вдається уявити систему за допомогою детермінованих категорій, можна застосувати відображення її за допомогою випадкових (стохастичних) подій, процесів, які описуються відповідними імовірнісними (статистичними) характеристиками і статистичними закономірностями.

3.5 Статистичні методи формалізованого опису складних систем.

Коли доводиться вивчати непоодинокі, а масові випадкові явища, необхідно вдаватися до статистичних методів дослідження. Ці методи призначені для виявлення закономірностей там, де на перший погляд немає нічого, крім сукупності окремих фактів, спостережень, вимірювань.

Статистичні методи:

- теоретичних розділів математики - теорію ймовірностей, математичну статистику, яка об'єднує різні методи статистичного аналізу (регресійний, дисперсійний, кореляційний, факторний та т. п.
- прикладної математики, що використовують стохастичні уявлення - теорію масового обслуговування,
- методи статистичних випробувань (засновані на методі Монте-Карло),
- методи висунення та перевірки статистичних гіпотез і інші методи статистичного імітаційного-моделювання

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.

Таким чином, побудові моделей «складних систем» (емпіричних залежностей) повинна передувати попередня обробка, зміст якої, в основному, складається в відсіві грубих похибок вимірювань і в перевірці відповідності розподілу результатів нормальному закону. Тільки після виконання попередньої обробки можна, з найбільшою ефективністю, а головне коректно, використовувати більш складні експериментально - статистичні методи, що дозволяють отримувати математичні моделі навіть таких процесів, строгий детермінований опис яких взагалі відсутній.

3.6 Статистичні функції та Пакет аналізу в MS Excel.

В програмі Microsoft Excel представлено багато вбудованих статистичних функцій, за допомогою яких можна розраховувати всі статистичні характеристики, що зазвичай використовуються на практиці. Для виклику потрібної вбудованої статистичної функції використовується Майстер функцій, у його вікні вибрати категорію «статистичні» і вказати потрібну функцію.

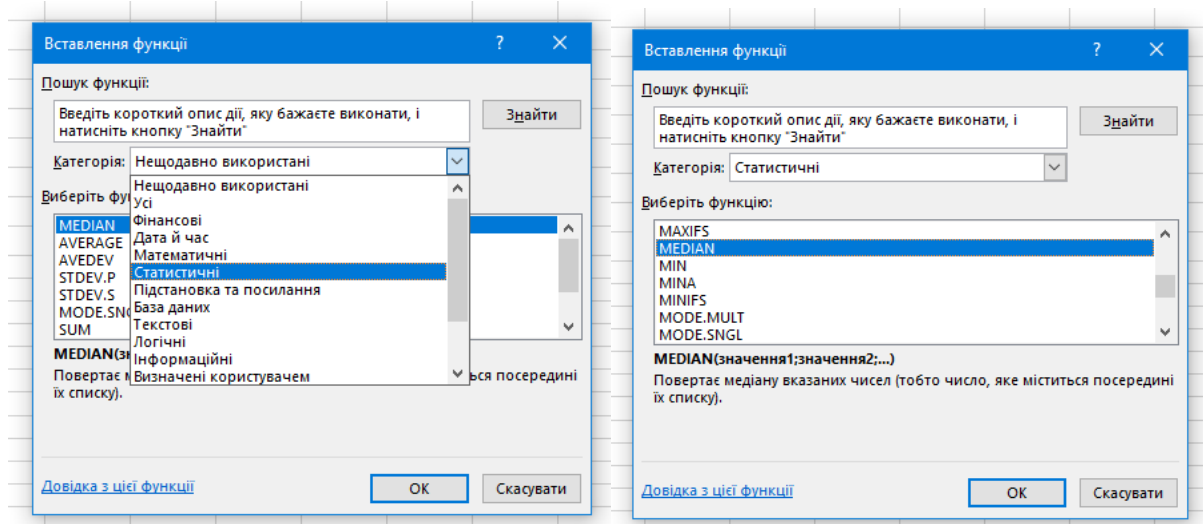


Рисунок 3.4 – Вікна Майстра функцій

Якщо потрібно провести комплексний статистичний або інженерний аналіз, можна зберегти зусилля та час, скориставшись пакетом аналізу Microsoft Excel. Ви надаєте дані та параметри для кожного аналізу, а пакет аналізу використовує усі потрібні статистичні або інженерні макروفункції для проведення підрахунку та відображає результати в таблиці результатів.

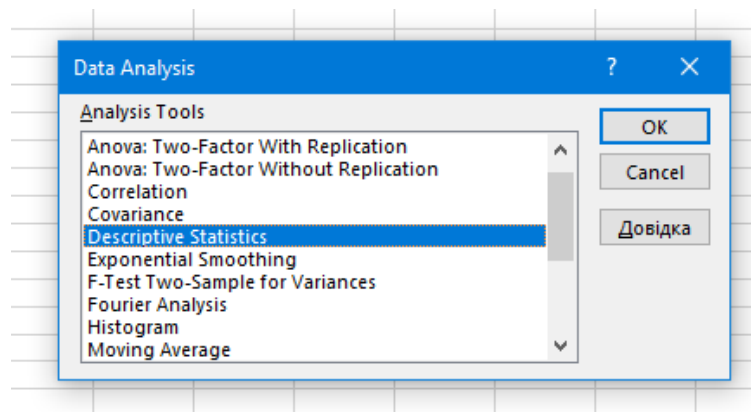


Рисунок 3.5 – Вікно пакету аналізу

Найпоширеніші розподіли ймовірностей, реалізовані в MS Excel. Кожен закон розподілу описує процеси різної ймовірнісної природи і характеризується специфічними параметрами.

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

Запитання для перевірки знань:

1. Визначте основні поняття, що характеризують будову і функціонування систем.
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

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. Методи відсіву грубих похибок.
- 4.6. Частотний розподіл даних. Функції розподілу.
- 4.7. Полігон, гістограма, кумулятивна лінія частот розподілу.
- 4.8. Перевірка відповідності емпіричних даних закону нормального розподілу випадкових величин.
- 4.9. Використання MS Excel в обробці результатів дослідження.

4.1. Мета та алгоритм попередньої обробки результатів емпіричних досліджень

Для виключення грубих помилок, визначення достовірності отриманих даних, коректного побудови емпіричних залежностей необхідно провести попередню обробку отриманих даних.

Алгоритм попередньої обробки даних:

1. Визначення вибіркової сукупності даних.
2. Обчислення вибірових характеристик.
3. Відсів грубих похибок.
4. Перевірка відповідності розподілу результатів вимірювання закону нормального розподілу випадкових величин.
5. Побудова експериментальних характеристик (графіки, діаграми, гістограми).

4.2. Методи описової статистики.

Статистичний аналіз охоплює методи опису та подання статистичних даних (описова статистика) і методи обробки цих даних (аналітична статистика) з метою вивчення, формулювання висновків, прийняття рішень і прогнозування.

Мета описової статистики - обробка емпіричних даних, їх систематизація, наочне уявлення у формі графіків і таблиць, а також їх кількісний опис за допомогою основних статистичних показників.

До методів описової статистики відносяться процентні показники, мода, медіана і середнє арифметичне, показники варіації. Вони дозволяють узагальнити дані, наявні по вибірці. Процентні показники використовуються для того, щоб частотний розподіл по тій чи іншій змінній привести до основи 100 (аналогічно, пропорції використовуються для приведення даних до основи 1). У такому вигляді дані є більш показовими. Показники центральної тенденції (мода, медіана і середнє арифметичне) дають інформацію про типове або центральне значення розподілу.

Характеристики варіативності говорять про ступінь неоднорідності розподілу (наприклад, розмах, коефіцієнт варіації, стандартне відхилення і ін.).

4.3. Генеральна та вибіркова сукупність даних.

Розрізняють генеральну і вибіркову сукупність вимірювань. Під генеральною сукупністю розуміють всю множину можливих значень вимірів x_i або можливих значень похибок. Для вибіркової сукупності число вимірювань n обмежене, і в кожному конкретному випадку строго визначається.

Часто генеральна сукупність занадто численна або малодоступна, тому для дослідження з неї роблять вибірки (вибіркова сукупність), за якими судять про всю генеральну сукупність. Для найкращого представлення інформації про генеральну

сукупність вибірка повинна бути представницькою (репрезентативною).

Репрезентативність вибірки - це властивість вибірки найбільш повно представляти характеристики генеральної сукупності, суттєві з точки зору мети дослідження.

4.4 Вибіркові характеристики емпіричних даних: середні та варіації.

Зазвичай в першу чергу дослідника цікавить оцінка сукупності по її центральній тенденції, тобто виявлення такої величини, яка найбільш точно відображала б значення більшої частини отриманих результатів (варіант). Для вираження цієї центральної тенденції використовуються різні види середніх значень.

Застосовуючи середню величину, всю сукупність досліджуваних варіант, замінюють одним показником і в підсумку як би зрівнюють всі отримані значення. Це робиться для того, щоб дати оцінку всієї сукупності. Найбільш широко в дослідженнях використовується середня арифметична:

$$x_{cp} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4.1)$$

Середня арифметична має цілу низку особливостей, які роблять її найбільш зручною при ручній розробці даних, особливо при численних сумах. Але її застосування не при всіх випадках правомірно. Тому завжди необхідно розуміти середню величину як величину абстрактну, яка часто в дійсності не існує, а іноді і не може існувати (наприклад, не можна вирішити 3,5 завдання; приклад середнього віку: 70 років і щойно народжений).

У деяких випадках при аналізі результатів можуть застосовуватися і інші середні величини.

Медіаною (Me) називають таку варіанту в сукупності, яка ділить її на дві рівні частини: одна частина має значення досліджуваного ознаки менше, ніж медіана, а інша частина - більше. Наприклад, після перевірки підсумкової контрольної роботи були виставлені такі оцінки: 3, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 8, 9, 9, 10, 11, 12 - всього 13 значень. В даному випадку медіаною слугуватиме варіант зі значенням 7, так як вона ділить все розподіл результатів на дві рівні половини. Якщо ми маємо парне число варіант, то тоді медіану знаходять шляхом ділення на два суми двох середніх варіант. Так, якщо контрольну писали 14 осіб і отримали такі оцінки: 3, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 8, 9, 9, 10, 10, 11, 12, то медіана буде дорівнювати: $(7 + 8) : 2 = 7,5$

Модою (Mo) називають таку варіанту в сукупності, яка позначає найбільш часто зустрічаються в ряду розподілу («модні») значення досліджуваної ознаки. У наших двох прикладах, які використовувалися для обчислення Me, модою буде результат, рівний 6 балам, так як він зустрічається найчастіше (3 рази). Медіана і мода використовуються в недостатній мірі при аналізі результатів досліджень через те, що вони іноді значно відхиляються від середньої арифметичної. Так в наших прикладах $Me_1=7$, $Me_2=7,5$, $Mo_1=6$, $Mo_2=6$, в той час, як $X_{cp1}=7,5$, $X_{cp2}=7,6$.

Медіана і мода в деяких випадках дають більш точну інформацію про центральну тенденцію сукупності, ніж середня арифметична. Для моди і медіани не потрібно особливих обчислень, а досить лише розташувати результати в спадаючому і зростаючому порядку (їх ранжувати). Тому для початкового орієнтування про центральну тенденцію розподілу вони цілком прийнятні, а іноді і точно збігаються з іншими видами середніх величин.

Обчислення середніх величин ще не повністю характеризують досліджуваний процес або явище.

Крім середніх величин, для повної характеристики сукупності необхідно використовувати і показники різноманітності отриманих результатів. Таких показників може бути декілька.

Одним з найбільш простих показників різноманітності є розмах значень - різниця між мінімальним (min) і максимальним (max) значеннями. $R = X_{max} - X_{min}$

Найбільш повну характеристику ступеня різноманітності (варіативності) можна

отримати за допомогою середньоквадратичного відхилення - показує розкид щодо середнього.

Середнє квадратичне відхилення (стандартне відхилення) найбільш часто позначається грецькою буквою сигма (σ), обчислюється за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1}} \quad (4.2)$$

Середнє квадратичне відхилення - величина іменована і має ту ж розмірність, що і досліджуваній ознака. Таким чином, якщо величина середньої арифметичної виражається в метрах, то і сигма буде виражатися в метрах.

Середнє квадратичне відхилення повніше відображає величину різноманітності значень досліджуваного ознаки. Чим менше сигма, тим більше однорідний досліджуваний матеріал. Для педагогічної оцінки дана обставина має велике значення, так як дозволяє з більшою точністю судити по середнім величинам про результати підготовки досліджуваної групи.

Довірчим називається інтервал значень x_i , в який потрапляє істинне значення X_d вимірюваної величини із заданою вірогідністю. Довірчою ймовірністю (достовірністю) вимірювання називається вірогідність того, що істинне значення вимірюваної величини потрапляє в даний довірчий інтервал, тобто в зону $a \leq x_d \leq b$. Ця величина визначається в частках одиниці або у відсотках.

У практиці статистичної обробки результатів експерименту прийнято використовувати три довірчих рівня (або рівня ймовірності): $P = 90\%$, $P = 95\%$ і $P = 99\%$ (0,90; 0,95; 0,99). Наприклад, в педагогічних дослідженнях 95-відсотковий довірчий інтервал вважається досить надійним.

Також при статистичній обробці даних застосовується три рівня значущості $p = 0,10$; $p = 0,05$; $p = 0,01$. Зазвичай застосовують рівень значущості $p = 0,05$ (результат виходить з 95% довірчою ймовірністю).

Для характеристики можливих відхилень вибірових середніх від генеральної середньої використовують стандартну помилку середнього значення, що позначається буквою m . Вона обчислюється за формулою:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.3)$$

У більшості випадків для порівняння середніх значень двох емпіричних сукупностей застосовується критерій Стюдента, який обчислюється за формулою:

$$t = \frac{x_{cp1} - x_{cp2}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (4.4)$$

За величиною t можна судити про статистичну значимість або незначимість відмінностей між двома емпіричними сумами.

4.5. Методи відсіву грубих похибок.

Для того щоб убрати грубі помилки (промахи) з результатів вимірювань необхідно провести відсів грубих похибок. Відомо кілька методів визначення грубих помилок статистичного ряду. Найбільш простим методом виключення вимірювань, що різко виділяються з ряду значень, є правило трьох сигм: розкид випадкових величин від середнього значення не має перевищувати: $x_{\max, \min} = x_{cp} \pm 3\sigma$

Розглянемо метод відсіву грубих похибок - метод обчислення максимального відносного відхилення (для невеликих вибірок $n \leq 25$):

$$\frac{\Delta X_i}{\sigma} \leq t_{\text{табл}} p, n \quad (4.5)$$

ΔX_i – найбільше відхилення вибірки: $\Delta X_i = |X_{cp} - X_i|$
 $t_{p,n}^{табл}$ – табличне значення статистики, яке визначається за рівнем значимості і кількості вимірювань

Алгоритм відсіву промахів

1. Визначається вибірка значень X_i , $i = 1 \dots n$
2. Знаходимо середнє арифметичне X_{cp}
3. Знаходимо найбільше відхилення вибірки:
4. $\Delta X_i = |X_{cp} - X_i|$
5. Вибираємо $\max \Delta X_i$
6. Робимо перевірку за допомогою нерівності (4.5). Якщо умова дотримується, то X_i - не промах, в іншому випадку видаляємо вимір з вибірки і переходимо до наступного мах відхиленню.

Розглянемо на прикладі відсів грубих похибок, вхідні дані наведено в таблиці 4.1. Розрахунки виконуємо за вищенаведеним алгоритмом.

Таблиця 4.1 - Приклад

№	X_i	ΔX_i	X_{cp}	σ
1	2	3,3	5,3	2,214
2	3	2,3		
3	4	1,3		
4	4	1,3		
5	5	0,3		
6	5	0,3		
7	6	0,7		
8	7	1,7		
9	8	2,7		
10	9	3,7		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1}}, \sigma = 2,214; \max \Delta X_i = 3,7;$$

$$\frac{\Delta X_i}{\sigma} = 3,7/2,214 = 1,67 \leq 2,29 \text{ (} t_{табл} \text{ для } p=0,05 \text{)}$$

Висновок: вимірювання №10 не груба помилка

4.6 Частотний розподіл даних. Функції розподілу. Полігон, гістограма, кумулятивна лінія частот розподілу.

При обробці результатів вимірювань і спостережень широко використовуються методи графічного зображення, так як результати вимірювань, представлені в табличній формі, іноді не дозволяють досить наочно характеризувати закономірності досліджуваних процесів. Графічне зображення дає найбільш наочне уявлення про результати експерименту, дозволяє краще зрозуміти фізичну сутність досліджуваного процесу, виявити загальний характер функціональної залежності досліджуваних змінних величин, встановити наявність максимуму або мінімуму функції.

Дані, отримані в ході експерименту, можна представляти за допомогою різних діаграм: кругові, кільцевих, пелюсткових і різних графіків.

Якщо ряд розподілу побудований за кількісною ознакою, то такий ряд називають варіаційним. Побудувати варіаційний ряд - значить впорядкувати кількісний розподіл одиниць сукупності за значеннями ознаки, а потім підрахувати числа одиниць сукупності з цими значеннями (побудувати групову таблицю).

Виділяють три форми варіаційного ряду: ранжируваний ряд, дискретний ряд і інтервальний ряд. Ранжируваний ряд - це розподіл окремих одиниць сукупності в порядку зростання або зменшення досліджуваної ознаки.

Дискретний ряд - це такий варіаційний ряд, в основу побудови якого покладено дискретні ознаки (переривані). До останніх можна віднести тарифний розряд, кількість дітей в сім'ї, число курсантів в групі і т.д. Ці ознаки можуть приймати тільки кінцеве число певних значень. Дискретні дані (окремі значення, в окремих точках, в окремі моменти часу). Дискретний ряд розподілу - це ряд, в якому варіанти виражені цілим числом. Дискретний варіаційний ряд представляє таблицю, яка складається з двох граф. У першій графі вказується конкретне значення ознаки, а в другій - число одиниць сукупності з певним значенням ознаки.

Безперервні ознаки (розмір доходу, стаж роботи, вартість основних фондів авіаційного підприємства і т.д., які в певних межах можуть приймати будь-які значення), то для цієї ознаки потрібно будувати інтервальний варіаційний ряд. Інтервальний ряд розподілу - це ряд, в якому значення ознаки задані у вигляді інтервалу. Групова таблиця тут також має дві графи. У першій вказується значення ознаки в інтервалі «від - до» (варіанти), у другій - число одиниць, що входять в інтервал (частота).

4.7. Полігон, гістограма, кумулятивна лінія частот розподілу.

Графічне зображення експериментальних даних дає можливість представити залежність між змінними більш наочно, ніж, наприклад, в табличній формі. Графіки можуть служити основою для відкриття нових властивостей, співвідношень і закономірностей.

Полігон найчастіше використовують для зображення дискретних рядів. Для побудови полігону в прямокутній системі координат на осі абсцис в довільно обраному масштабі відкладають значення аргументу, тобто варіанти, а на осі ординат також в довільно обраному масштабі - значення частот або відносних частот. Отримані точки послідовно з'єднують відрізками прямої, а з першої і останньої точок опускають перпендикуляр на вісь X.

Таблиця 4.2 – Приклад побудови дискретних груп

№	Знач.	В.р.	Групи дискр	Част.
1	2	2	2	1
2	3	3	3	1
3	4	4	4	3
4	5	4	5	3
5	4	4	6	1
6	5	5	7	1
7	4	5		
8	6	5		
9	7	6		
10	5	7		



Рисунок 4.1 – Полігон дискретного ряду

Види частот

Кількість попадань в кожну групу є абсолютною частотою.

Відсоткове співвідношення кількості влучень в кожній групі до загального числа спостережень, тобто розподіл частоти кожної групи на загальне число спостережень, називається відносними частотами.

Відсоток спостережень, кількість яких менше або дорівнює кількості спостережень у цій групі, тобто підсумовування процентних часток кожної групи, називається інтегральними частотами (відносними накопиченими).

Гістограма - емпіричний аналог функції щільності розподілу випадкової величини. Гістограма будується для згрупованих даних у вигляді інтервального ряду.

Алгоритм побудови гістограми:

1. Визначення кількості вимірювань n .
2. Визначення кількості інтервалів (груп) за правилом (Стерджесса) Штюрґеса:
 $K = 1 + 3,32 \lg n$, де n – кількість вимірювань.
3. Визначення величини інтервалу: $\Delta X = (X_{\max} - X_{\min}) / K$
4. Визначення середини інтервалу: $X_{\text{ср}} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2$
5. Визначення кількості показників N_m в інтервалі (частота вимірювань).
 $X_m \leq N_m \leq X_m + \Delta X$

6. Побудова.

$$K = 1 + 3,32 \lg 10 = 1 + 3,32 = 4,32;$$

прийmemo кількість інтервалів рівним 5, так як розмах=5

$$\Delta X = (7 - 2) / 5 = 1$$

$$X_{\text{ср}} = (7 + 2) / 5 = 4,5$$

У практичних розрахунках можна використовувати наступні співвідношення, отримані на підставі формули Стерджесса:

Таблиця 4.3 – Співвідношення кількості вимірювань та кількості груп

N	15-24	25-44	45-89	90-179	180-359	360 і більше
m	5	6	7	8	9	10

Розглянемо на прикладі побудову інтервальних груп, розрахунок частот, вхідні дані наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Приклад побудови інтервальних груп, розрахунку частот

№	Знач	В.р.	№ групи	Інтерв групи	Част.абс	Х ср.	Відн. част.	Накоп. част.
1	2	2	1	2-3	1	2,5	0,1	0,1
2	3	3	2	3-4	1	3,5	0,1	0,2
3	4	4	3	4-5	3	4,5	0,3	0,5
4	5	4	4	5-6	3	5,5	0,3	0,8
5	4	4	5	6-7	2	6,5	0,2	1
6	5	5						
7	4	5						
8	6	5						
9	7	6						
10	5	7						

Гістограма

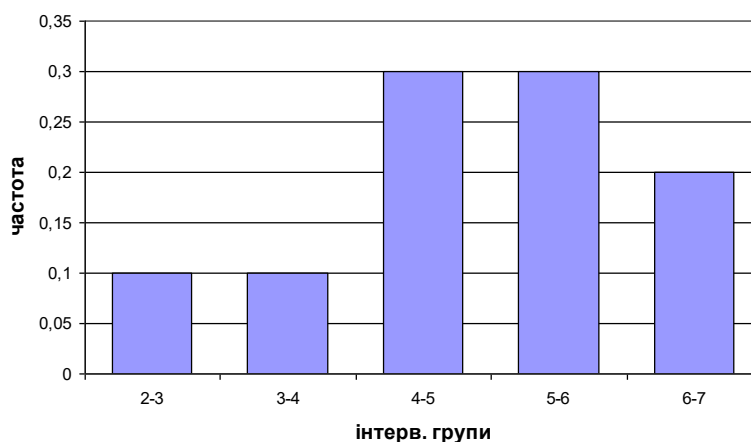


Рисунок 4.2 – Гістограма

Якщо побудована гістограма інтервального розподілу, то полігон того ж розподілу можна отримати, якщо з'єднати прямолінійними відрізками середини верхніх основ прямокутників

Кумулята - графік, на якому на осі абсцис відкладають значення ознаки у порядку зростання, а по осі ординат підсумок накопичених частот. Накопичені частоти підраховують шляхом послідовного складання. Ознаці, яка має максимальне значення відповідає відносна частка 1 або 100%, а підсумок частот дорівнює n (кількості одиниць усієї сукупності).



Рисунок 4.3 – Кумулята

4.8. Перевірка відповідності емпіричних даних закону нормального розподілу випадкових величин

Нормальний закон розподілу випадкових величин

Важливим моментом попередньої обробки даних є перевірка відповідності розподілу результатів вимірювання закону нормального розподілу. Якщо ця гіпотеза є неприйнятною, то слід визначити, якому закону розподілу підлягають досліджувані дані, і, якщо це, можливо, перетворити даний розподіл до нормального.

Якщо розподіл випадкової величини підпорядковується певному закону і може бути хоча б наближено описано кривою $y = ae^{-bx^2}$, то такий розподіл називається нормальним.

Графік щільності нормального розподілу називається нормальною кривою або кривою Гаусса.

Нормальний розподіл можна охарактеризувати і 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).

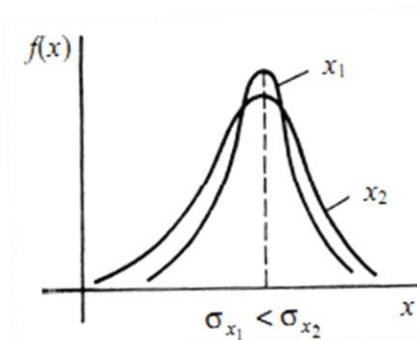


Рисунок 4.4 – Функції щільності нормального розподілу

Коефіцієнт варіації є ще однією величиною для аналізу отриманих результатів, заснований на величинах середнього квадратичного відхилення і застосовується в тих випадках, коли середні показники досліджуваних груп значно відрізняються один від одного або коли необхідно порівняти показники, виражені в різних мірах вимірювання.

Коефіцієнт варіації виражається у відсотках, і тому за його значенням можна порівняти різноманітність будь-яких показників. Коефіцієнт варіації обчислюється за такою формулою:

$$v = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 100\% \quad (4.6)$$

За його величиною в певній мірі можна судити про те, наскільки розподіл варіант в емпіричній сукупності відрізняється від нормального вигляду. 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.

Перевірка нормальності розподілу проводиться кількома способами, розглянемо один з них.

Для невеликих вибірок ($n < 120$) необхідно обчислити середнє абсолютне відхилення CAO за формулою: $CAO = \sum |x_i - x_{cp}| / n$

Для вибірки, що має приблизно нормальний закон розподілу, має бути справедливим вираз: $|CAO / \sigma - 0,7979| < 0,4 \sqrt{n}$

При дотриманні такої нерівності, гіпотеза нормальності розподілу приймається.

Коефіцієнти асиметрії і ексцесу як характеристика графіків щільності нормального розподілу

Ексцес (E; ЕКСЦЕС/KURT) характеризує гостроту вершини (позитивне значення) або пологистість (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.

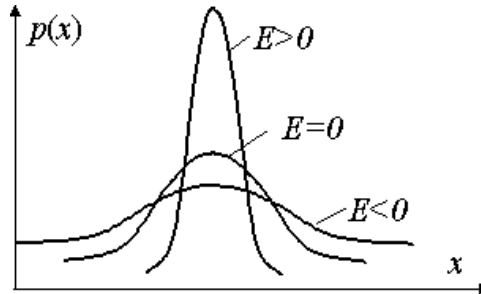


Рисунок 4.5 – Залежність ексцесу від вигляду кривої розподілу

Наприклад, отримали $E = -0,36$, відповідно графік розподілу буде трохи більше пологим, по відношенню до нормальної кривої.

Асиметричність (коефіцієнт асиметрії або скоса - A; СКОС/SKEW) 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.

Якщо графік скошений справа (правий схил пологий), то коефіцієнт асиметрії позитивний, якщо ж він скошений зліва, то коефіцієнт негативний, а якщо графік симетричний, то коефіцієнт асиметрії дорівнює нулю:

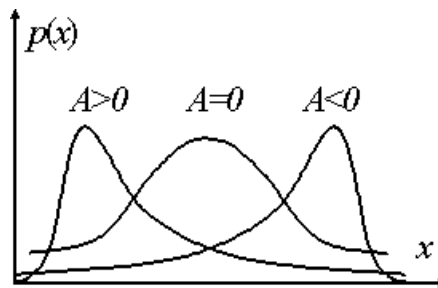


Рисунок 4.6 – Залежність асиметрії від вигляду кривої розподілу

Наприклад, отримали $A=0,12$; тобто маємо незначний правий скос, дуже мале значення, можна знехтувати.

Здійснимо оцінку значимості коефіцієнтів асиметрії та ексцесу для розподілу. Показники асиметрії і ексцесу з їх помилками репрезентативності визначаються за такими формулами:

$$A = \frac{\sum (x_i - x_{cp})^3}{n \cdot \sigma^3}; \quad m_A = \sqrt{\frac{6}{n}} - \text{помилка репрезентативності } A \quad (4.7)$$

$$E = \frac{\sum (x_i - x_{cp})^4}{n \cdot \sigma^4} - 3; \quad m_E = 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}} - \text{помилка репрезентативності } E \quad (4.8)$$

Показники асиметрії і ексцесу свідчать про достовірну відміну емпіричних розподілів від нормального в тому випадку, якщо вони перевищують по абсолютній величині свою помилку репрезентативності в 3 і більше разів:

$$t_A = \frac{|A|}{m_A} \geq 3; \quad t_E = \frac{|E|}{m_E} \geq 3 \quad (4.9)$$

Якщо обидва показники не перевищують в три рази свою помилку репрезентативності, то ми можемо зробити висновок, що розподіл цієї ознаки не відрізняється від нормального.

Важлива характеристика вибірки - середнє арифметичне - зазвичай не збігається із середнім арифметичним генеральної сукупності. Тому актуальним є визначення прийнятих границь зміни середнього арифметичного вибірок - *довірчого інтервалу середнього*.

Довірчий інтервал це діапазон середнього значення генеральної сукупності.

Слід зазначити, що чим вище прийнятий рівень надійності, тим більше буде величина довірчого інтервалу для середнього.

Розрахунок довірчого інтервалу для середнього значення можна здійснити за допомогою Пакету аналізу та спеціальної статистичної функції **ДОВЕРИТ ()**

ДОВЕРИТ/CONFIDENCE (альфа; станд_відхил; розмір) – довірчий інтервал середнього значення генеральної сукупності з нормальним розподілом

Альфа - це рівень значимості, використовуваний для обчислення рівня надійності. Рівень надійності дорівнює $100 \cdot (1 - \text{альфа})$ відсоткам, або, іншими словами, альфа рівне 0,05 означає 95-процентний рівень надійності.

Станд_відхил - це стандартне відхилення генеральної сукупності для інтервалу даних, очікується відомим.

Розмір - це розмір вибірки.

Наприклад:

середнє	4,6
станд. відхил.	2,097618
CONFIDENCE	1,061522

Це означає, що з імовірністю 0,95 (95%) величина математичного очікування ($X_{\text{ср}}$) попадає в інтервал $4,6 \pm 1,061522$.

CONFIDENCE = [3,538478; 5,661522] – це довірчий інтервал середнього значення генеральної сукупності з нормальним розподілом.

4.9 Використання MS Excel в обробці результатів дослідження

Випадкові вибірки значень з генеральної сукупності всіх подій мають числові статистичні характеристики:

Середнє арифметичне випадкових значень (СРЗНАЧ).

Медіана є число, яке є серединою безлічі чисел, тобто половина чисел більше медіани, а половина менше; обчислюється функцією МЕДІАНА.

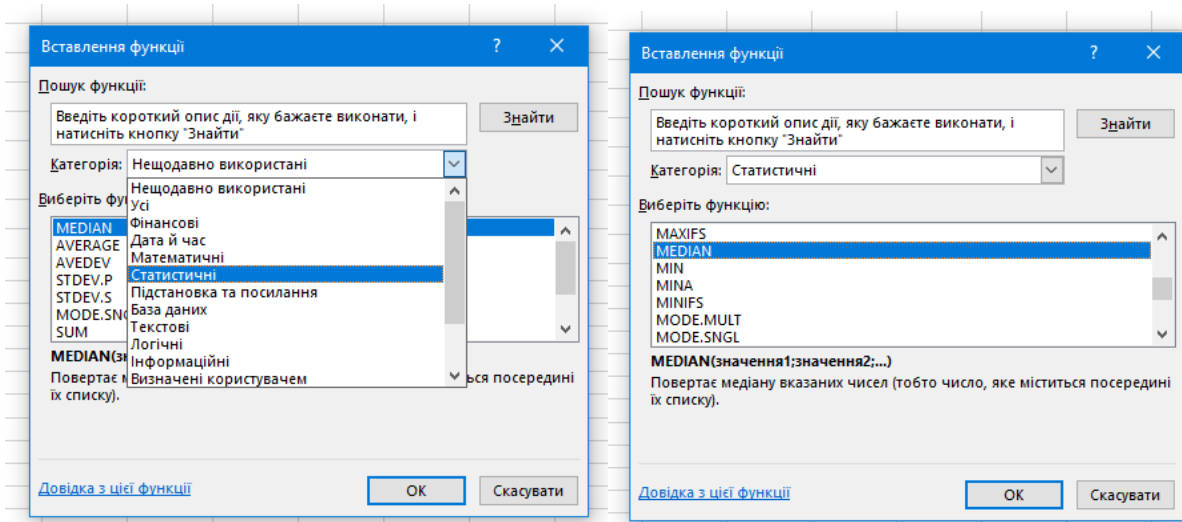


Рисунок 4.7 – Вікна Майстра функцій, розрахунок медіани

Мода є найбільш часто зустрічається значення; обчислюється функцією МОДА/ MODE.

Середнє гармонійне є величина зворотна середньому арифметичному зворотних величин (СРГАРМ/ HARMEAN).

Середнє геометричне використовується для обчислення середніх темпів зростання і є корінь n-го ступеня з добутку n позитивних значень (СРГЕОМ/ SRGEOM).

Дисперсія - функція ДИСП/ VAR.

Стандартне відхилення - функція СТАНДОТКЛОН/STDEV.

Експес характеризує ступінь загострення (> 0) або згладження (< 0) «хвостів» розподілу, тобто частоти появи віддалених від середнього значень (ЕКСЦЕС/KURT).

Асиметрія характеризує ступінь несиметричності розподілу щодо середнього вправо (> 0) і вліво (< 0), обчислюється функцією СКОС/SKEW.

При обробці випадкових вибірок в першу чергу обчислюють їх числові статистичні характеристики і групують по кожному параметру: за середнім значенням, по розкиду від середнього, помилку середнього і ін. Крім перерахованих вище функцій, для роботи з декількома вибірками і обчислення їх статистичних характеристик, Excel містить інструмент Описова статистика з Пакета аналізу.

Для побудови вибірових функцій розподілу в Excel використовується функція ЧАСТОТА і інструмент Гістограма з Пакету аналізу.

Основні категорії та поняття.

Генеральна сукупність, вибірка сукупність, випадкова величина, дискретний ряд, інтервальний ряд розподілу, гістограма, нормальний закон розподілу.

Запитання для перевірки знань:

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 вибірка 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

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.

5.1 Методи аналітичної статистики

Статистичний аналіз охоплює методи опису та подання статистичних даних (описова статистика) і методи обробки цих даних (аналітична статистика) з метою вивчення, формулювання висновків, прийняття рішень і прогнозування.

Другий розділ математичної статистики - аналітична статистика (теорія статистичного висновку) - це формалізована система методів вирішення завдань, що зводяться до спроби вивести властивості великого масиву даних (генеральна сукупність) шляхом обстеження його малої частини (вибіркова сукупність).

Статистичний висновок будується на описовій статистиці і від властивостей вибірки даних переходять до властивостей сукупності.

Методи аналітичної статистики дозволяють, по-перше, провести кількісне дослідження тенденцій розвитку процесу; по-друге, вивчити цей процес в динаміці; по-третє, виміряти зв'язок між різними факторами, що впливають на процес, і його результатами.

До методів аналітичної статистики відносяться: кореляційний аналіз, регресійний аналіз, дисперсійний аналіз, факторний аналіз, кластерний аналіз та інші методи.

5.2 Довірчі ймовірності та рівні значимості

Довірчою ймовірністю (достовірністю) вимірювання називається вірогідність того, що істинне значення вимірюваної величини потрапляє в даний довірчий інтервал, тобто в зону $a \leq x \leq b$. 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 (всі можливі прояви природного об'єкта дослідження). вибирають:

$p = 0,10$ для попередніх («грубих») оцінок правильності гіпотези (в межах 10%);

$p = 0,05$ інженерний рівень точності (похибки), найчастіше використовують на практиці (в межах 5%);

$p = 0,01$ для досить точних оцінок гіпотези, властивих, наприклад, глибоким науковим дослідженням. Вибір конкретного p часто залежить від завдань і наявних ресурсів (до 1%).

5.3 Статистичні гіпотези

Однією з основних задач математичної статистики є визначення розподілу ймовірностей або параметрів цього розподілу за статистичними даними. При цьому завдання іноді ставиться так. Розглядають деяку гіпотезу про те, що розподіл ймовірностей має той чи інший вид, або параметри розподілу мають ті чи інші значення. Завдання полягає в тому, щоб на основі вивчення статистичних даних підтвердити правильність висунутої гіпотези або спростувати її. Висунуту гіпотезу називають

нульовою (основний) і позначають H_0 . Гіпотезу, що суперечить нульовій, називають альтернативною і позначають H_1 . Для перевірки різних гіпотез використовуються певні випадкові величини, які називають критеріями.

Гіпотези можна поділити на такі типи:

- про загальний вигляд закону розподілу досліджуваної випадкової величини;
- про однорідність двох або декількох вибірок;
- про числові значення характеристик досліджуваного явища або процесу;
- про загальний вигляд залежності, що існує між компонентами досліджуваної багатовимірної ознаки;
- про незалежність і стаціонарність ряду спостережень.

5.4 Статистичні критерії та їх класифікація.

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

Таким чином, для прийняття рішення про те, яку з гіпотез (нульову або альтернативну) слід прийняти, використовують статистичні критерії. Статистичні критерії ділять на параметричні і непараметричні. Для застосування параметричних критеріїв необхідно перевірити виконання додаткових умов, наприклад, підпорядкування вибірки певним законом розподілу (нормальному). Непараметричні ж критерії не вимагають додаткових перевірок, але мають меншу потужність.

Таблиця 5.1 - Класифікація статистичних критеріїв

Клас	Опис
Параметричні	Критерії, що включають в формулу розрахунку параметри розподілу, тобто середні і дисперсії (t-критерій Стюдента, критерій F і ін.)
Непараметричні	Критерії, не включають в формулу розрахунку параметри розподілу і засновані на оперуванні частотами або рангами (критерій Q Розенбаума, критерій T Вілкоксона і ін.)

Таблиця 5.2 - Правило відхилення H_0 і прийняття H_1

Правило відхилення H_0 і прийняття H_1	
Якщо емпіричне значення критерію дорівнює критичного значення, відповідному $p \leq 0,05$ або перевищує його, то H_0 відхиляється, але ще не може бути безумовно прийнята гіпотеза H_1	Якщо емпіричне значення критерію дорівнює критичному значенню, відповідному $p \leq 0,01$ або перевищує його, то H_0 відхиляється і приймається гіпотеза H_1
Виняток: критерій знаків G, критерій T Вілкоксона і критерій U Манна-Уїтні. Для них встановлюються зворотні співвідношення.	

5.5 Перевірка достовірності результатів дослідження

Оцінити достовірність результатів вибіркового дослідження, значить визначити, якою мірою зроблені для нього висновки (результати) можна перенести на генеральну сукупність. Тобто, по частині явища або процесу судити про явище чи процес і основні закономірності в цілому.

Перевірка достовірності результатів дослідження зводиться до перевірки статистичних гіпотез. Для перевірки прийнятої гіпотези, а, отже, і достовірності отриманих результатів необхідно виконати наступне:

- 1) сформулювати гіпотези H_0 і H_1 ;
- 2) вибрати статистику (статистичний критерій) і задати рівень значимості:

2.1) якщо обрано параметричний критерій, то необхідно провести розрахунок вибірових характеристик і перевірку на підпорядкування вибірки нормальному закону розподілу;

2.2) якщо обрано непараметричний критерій, то не потрібно додаткових розрахунків і перевірок;

2.3) вибір рівня значимості (0,10; 0,05; 0,01) залежить від завдань дослідження і наукового напрямку.

3) визначити критичні значення обраного статистичного критерію за відповідними статистичними таблицями, визначення відбувається за рівнем значимості і ступенях свободи;

Наприклад, при оцінці коефіцієнтів регресії застосовують критерій Фішера: $F_{кріт}(k_1, k_2, 5\%)$, де $k_1 = n-1$, $k_2 = n-2$ - ступеня свободи; 5% - рівень значущості.

4) обчислити за вибіркою значення статистики (статистичний критерій) фактичне (емпіричне);

Наприклад, при відсіві грубих похибок фактичне значення статистики розраховується за формулою:

$$\frac{\max \Delta X_i}{\sigma} = t_{факт.} \quad (5.1)$$

5) порівняти фактичне (емпіричне) значення статистики з критичним (табличним) значенням;

Наприклад, при оцінці коефіцієнта кореляції порівнюють фактичне значення з табличним значенням критичних точок розподілу Стюдента $t_{кр}(k; 5\%)$.

Якщо $t_{ф} > t_{кр}$, то знайдений коефіцієнт кореляції значимо (достовірно) оцінює зв'язок між досліджуваними ознаками.

6) прийняти рішення про істинність гіпотези: якщо фактичне значення статистики не входить в критичну область, то приймається гіпотеза H_0 і відкидається гіпотеза H_1 , а якщо входить в критичну область, то відкидається гіпотеза H_0 і приймається гіпотеза H_1 . При цьому, результати перевірки статистичної гіпотези потрібно інтерпретувати так: якщо прийняли гіпотезу H_1 , то можна вважати її доведеною, а якщо прийняли гіпотезу H_0 , то визнали, що вона не суперечить результатам спостережень.

Приклади

КРА: Перевірка значущості коефіцієнтів кореляції, регресії за критеріями Стюдента, Фішера

Перевірка коефіцієнта кореляції. Порівнюють факт. значення з табличним значенням критичних точок розподілу Стюдента $t_{кр}(0,05; k = n - 2)$.

Перевіряють, якщо $t_{ф} > t_{кр}$, то знайдений коефіцієнт кореляції значимо (достовірно) оцінює зв'язок між досліджуваними ознаками.

Перевірка коефіцієнтів регресії. Фактичне значення критерію Фішера порівнюють з табличним значенням: $F_{ф} > F_{кр}(k_1, k_2, 5\%)$ де $k_1 = n-1$, $k_2 = n-2$ - ступеня свободи; 5% - рівень значимості.

F - критерій Фішера показує, наскільки достовірно (значимо) рівняння регресії пророкує результати дослідів.

Метод експертних оцінок. Значимість (не випадковість) отриманого коефіцієнта конкордації (для деяких малих значень n) можна оцінити за допомогою наступного нерівності:

$$W_{ф} > W_{кр}, \quad (5.2)$$

де $W_{ф}$ - фактичне значення коефіцієнта конкордації.

$W_{кр}$ - табличне значення коефіцієнта конкордації ($(m = 5, n = 4, \text{рівень значимості: } 0,05)$)

Якщо виконується умова (5.2), тоді можемо стверджувати, що судження (оцінки) експертів узгоджені і не випадкові.

У статистичній практиці доводиться мати справу з великою кількістю цифр, що характеризують розвиток явищ у часі. Для кращого розуміння і аналізу досліджуваних статистичних даних, їх потрібно систематизувати, побудувавши хронологічні ряди, які називаються рядами динаміки. Рядами динаміки в статистиці називаються ряди чисел, що

характеризують закономірності та особливості зміни суспільних явищ і процесів у часі.

Тренд (від англ. Trend - тенденція) - довгострокова тенденція зміни досліджуваного часового ряду. Тренди можуть бути виражені у кілька рівняннями - лінійними, логарифмічними, статичними і т.д. Фактичний тип тренда встановлюють на основі підбору його функціональної моделі статистичними методами (КРА) або згладжування вихідного тимчасового ряду.

Тенденція (або тренд) - це основний напрямок розвитку того явища, яке ми досліджуємо.

Інтерполяція - це знаходження відсутнього показника всередині ряду.

Екстраполяція - знаходження наступних рівнів ознаки (в кінці або на початку) за умови, що попередні відомі.

5.6 Кореляційно - регресійний аналіз

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.

Основними характеристиками кореляційно-регресійного аналізу (КРА) є коефіцієнт кореляції (r) і лінія регресії (регресійне рівняння).

Кореляційне поле і кореляційна таблиця є вхідними даними при кореляційному аналізі. За тіснотою групування точок навколо прямої або кривої лінії, по нахилу лінії можна візуально судити про наявність кореляційної зв'язку.

Так, з рис. 5.1 (а) видно, що експериментальні дані мають певний зв'язок між x і y , а вимірювання, наведені на рис. 5.1 (б), такого зв'язку не показують. Кореляційне поле характеризує вид зв'язку між x і y .

Для y в літературі можна зустріти такі назви: функція відгуку, залежна змінна; x називають вхідною змінною, незалежною змінною, фактором, регресором.

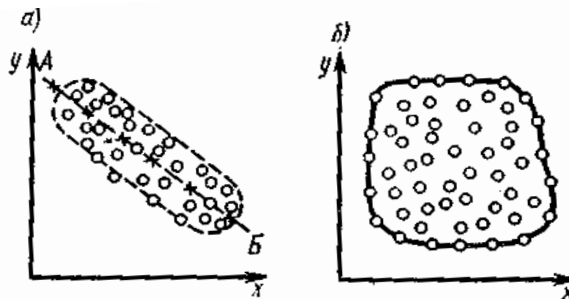


Рисунок 5.1 - Кореляційне поле

За формою поля можна орієнтовно судити про форму графіка, що характеризує прямолінійну або криволінійну залежності. Навіть для цілком вираженої форми кореляційного поля внаслідок статистичного характеру зв'язку досліджуваного явища одне значення x може мати кілька значень y . Якщо на кореляційному полі усереднити точки, тобто для кожного значення x_i , визначити і з'єднати точки, то можна буде отримати ламану лінію, звану експериментальною регресійною залежністю (лінією). Наявність ламаної лінії пояснюється похибками вимірювань, недостатньою кількістю вимірів, фізичною сутністю досліджуваного явища та ін. Якщо на кореляційному полі провести плавну лінію між точками, яка рівновіддалена від них, то вийде нова теоретична

регресійна залежність - лінія АБ (рис. 5.1, а).

Розрізняють однофакторні (парні) і багатофакторні регресійні залежності. Однофакторна регресія при парній залежності може бути апроксимована прямою лінією, параболою, гіперболою, логарифмічною, степеневою або показовою функцією, поліномом і ін. Двухфакторне поле можна апроксимувати площиною, параболоїдом другого порядку, гіперболоїдом. Для змінних факторів зв'язок може бути встановлена за допомогою n-мірного простору рівняннями другого порядку.

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.

Таблиця 5.3 - Загальна класифікація кореляційних зв'язків

Ступінь кореляційної зв'язку	Значення коефіцієнта кореляції
Сильна або тісний	при коефіцієнті кореляції $r > 0,7$
Середня	при $0,5 < r < 0,69$
Помірна	при $0,3 < r < 0,49$
Слабка	при $0,2 < r < 0,29$
Дуже слабка	при $r < 0,19$

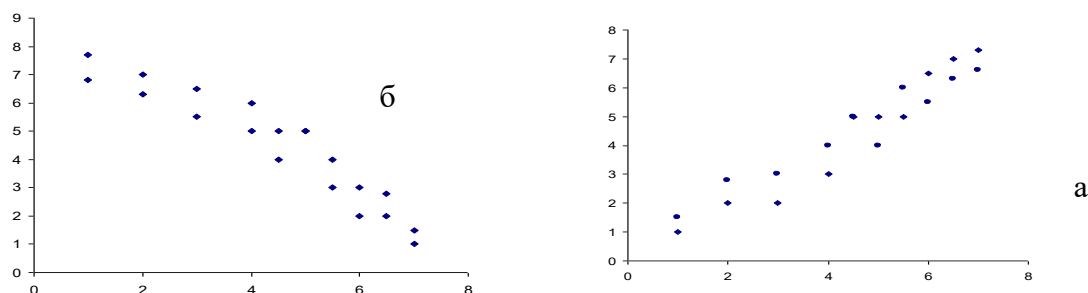


Рисунок 5.2 - Лінійні кореляційні зв'язки:

- а) - позитивний (прямий) кореляційний зв'язок;
- б) - негативний (зворотний) кореляційний зв'язок

Найважливішим етапом побудови регресійної моделі (рівняння регресії) є встановлення в аналізі вхідної інформації математичної функції. Складність полягає в тому, що з безлічі функцій необхідно знайти таку, яка краще за інші виявляє реально існуючі зв'язки між аналізованими ознаками. Вибір типів функції може спиратися на теоретичні знання про досліджувані явища, досвід попередніх аналогічних досліджень, або здійснюватися емпірично - перебором і оцінкою функцій різних типів і т.п. Увага до лінійних зв'язків пояснюється обмеженою варіацією змінних і тим, що в більшості випадків нелінійні форми зв'язку для виконання розрахунків перетворюють (шляхом логарифмування або заміни змінних) в лінійну форму.

- лінійна: $y = b_0 + b_1x$;
- поліноміальна: $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \dots a_nx^n$;
- ступенева: $y = ax^b$;
- експоненційна: $y = ae^x$.

Основні етапи кореляційно-регресійного аналізу

1. Збір даних (вимоги якості та кількості).
2. Кореляційний аналіз. За допомогою коефіцієнта кореляції визначають тісноту зв'язку

(сильний, слабкий) і характер зв'язку (прямий, зворотний).

3. Регресійний аналіз. Визначення виду залежності. На кореляційне поле наносять результати експерименту і візуально визначається вид залежності. Наприклад, для прямої записують аналітичний вид залежності

$y = b_0 + b_1x$, де b_0, b_1 - коефіцієнти регресії

4. Визначення значень коефіцієнтів регресії.

5. Визначення значимості за критеріями Стюдента і Фішера.

6. Побудова лінії регресії.

5.7 Дисперсійний аналіз

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.

Наприклад, фактором може бути рівень освіти, вид діяльності, вікова група респондентів, ступінь лояльності до торгової марки і т.д. Аналіз заснований на розрахунку F - статистики (статистика Фішера), яка представляє собою відношення двох дисперсій: груповий і внутрішньогруповий. F - тест в однофакторному дисперсійному аналізі встановлює, значимо чи відрізняються середні декількох незалежних вибірок. Він замінює t - тест для незалежних вибірок при наявності більше двох вибірок і дає той же результат в разі двох вибірок.

Процедура виконання однофакторного дисперсійного аналізу:

1. Визначення незалежних і залежних змінних

2. Розкладання повної дисперсії (SS)

3. Вимірювання ефекту (η^2)

4. Перевірка значущості (F)

5. Подання результату

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 (дол., кг, бали). Допустимі різні обсяги (розміри) вибірок.

1 етап. Підготовка даних для аналізу виглядає наступним чином:

Таблиця 5.4 - Дані для аналізу

	Незалежна перемінна – фактор (наприклад, вид діяльності) (кількість вибірок $k = 4$)			
	Вибірка 1 (пілоти)	Вибірка 2 (інженери)	Вибірка 3 (диспетчери)	Вибірка k (...)
Залежна:	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	$X_{3,1}$	$X_{k,1}$
Залежна:	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	$X_{3,2}$	$X_{k,2}$
Залежна:	$X_{1,3}$	$X_{2,3}$	$X_{3,3}$	$X_{k,3}$
Залежна:	$X_{1,4}$	$X_{2,4}$	$X_{3,4}$	$X_{k,4}$
Залежна:	$X_{1,5}$	$X_{2,5}$		$X_{k,5}$
Залежна:		$X_{2,6}$		$X_{k,6}$
Залежна:		$X_{2,7}$		
Обсяг $n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$	$n_1 = 5$	$n_2 = 7$	$n_3 = 4$	$n_k = 6$
Середнє	X_1	X_2	X_3	X_k
Ст. відхилення	σ_1	σ_2	σ_3	σ_k

Нульова гіпотеза в однофакторному дисперсійному аналізі стверджує, що всі середні значення з різних генеральних сукупностей (які представлені вибірковими середніми) рівні між собою.

$H_0: \mu_1 = \mu_k$ (всі рівні). (або $X_1 = X_2 = \dots = X_k$)

Альтернативна гіпотеза стверджує, що хоча б два будь-яких середніх нерівні між собою.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_k$ (хоча б дві не рівні). (або $X_1 \neq X_k$)

F - тест складається в розрахунку F - статистики і порівнянні її з табличним значенням (аналогічно з t - тестом).

Оскільки нульова гіпотеза стверджує, що середні всіх генеральних сукупностей рівні, необхідно оцінити це середнє значення за всіма вибірками, тобто розрахувати загальну середню. Загальна середня являє собою середнє всіх значень з усіх вибірок.

Якщо розміри вибірок не рівні, то середнє розраховується як середньозважене з урахуванням розміру вибірок:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^k n_i * X_i}{n} \quad (5.3)$$

2 етап. Для вивчення відмінностей між залежними змінними проводиться розкладання повної дисперсії:

$$SS = SS_{between} + SS_{within} \quad (5.4)$$

де $SS_{between}$ - міжгрупова варіація і SS_{within} - внутр. групова варіація.

Міжгрупова варіація ($SS_{between}$) показує, наскільки вибіркові середні відрізняються між собою. Вона дорівнює нулю, якщо середні рівні і тим більше, чим сильніше розрізняються середні. Розрахунок групової дисперсії (варіації):

$$SS_{between} = \sum_{i=1}^k n_i * (X_i - X)^2 \quad \text{і середній квадрат:} \quad MS_b = \frac{SS_{between}}{k - 1}$$

Внутригрупова варіація (SS_{within}) показує, наскільки відрізняються між собою значення по кожній вибірці.

$$SS_{within} = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) * \sigma_i^2 \quad \text{і середній квадрат:} \quad MS_w = \frac{SS_{within}}{n - k}$$

3 етап. Ефект впливу незалежної змінної на залежну змінну розраховується через кореляційне відношення η^2 (ета-квадрат), яке розраховується за формулою:

$$\eta^2 = \frac{SS_{between}}{SS} \quad (5.5)$$

Значення кореляційного відношення знаходиться в межах від 0 до 1. Воно дорівнює 0, коли всі вибіркові середні рівні, тобто незалежна змінна не впливає на залежну, і, навпаки, вплив збільшується зі зростанням цього значення. Іншими словами, величина η^2 являє собою міру варіації залежної змінної, викликану впливом на неї незалежної змінної.

4 етап фактично зводиться до процедури статистичної перевірки гіпотези про рівність середніх (наявності відмінностей) шляхом розрахунку F - статистики:

$$F = \frac{MS_{between}}{MS_{within}} \quad (5.6)$$

5 етап. Для того, щоб зробити остаточний висновок, необхідно звернутися до F - таблиці, що містить критичні значення F - статистики при істинній нульовій гіпотезі. Щоб знайти критичне значення, необхідно врахувати кількість ступенів свободи (*df* - *degree freedom*) і відповідний рівень перевірки (за замовчуванням 5%).

Ступінь свободи для груповий варіації становить «*k* - 1», а для внутрішньогрупової варіації «*n* - *k*».

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

5.8 Використання MS Excel для аналізу результатів дослідження

При обробці випадкових вибірок, крім отримання статистичних характеристик, зазвичай вирішуються такі завдання:

1. Визначення ступеня достовірності вибірки, віднесення або не віднесення подій вибірки до деякої статистичної сукупності. Визначається за допомогою довірчих інтервалів - інтервалів, в який події потрапляють із заданою довірчою ймовірністю $P = 1 - p$; p - є рівень значимості - максимальне значення ймовірності, при якому поява події практично неможлива. Достатнім зазвичай вважається $p = 0.05$ - йому відповідає довірна ймовірність $P = 0.95$. Для підвищення надійності статистичних висновків беруть $p = 0.01$, чому відповідає довірна ймовірність 0,99. Для обчислення меж довірчого інтервалу в Excel використовується функція **ДОВЕРІТ/CONFIDENCE**(альфа; станд_відхил; розмір) і інструмент Описова статистика.

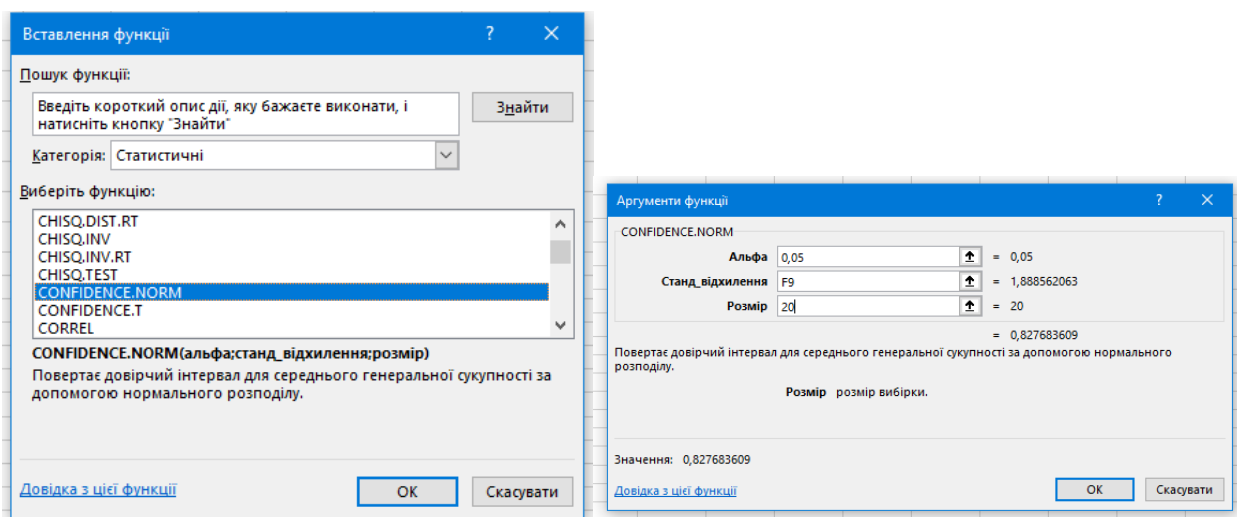


Рисунок 5.3 – Вікна Майстра функцій, розрахунок довірчого інтервалу

2. Визначення міри відповідності вибірки якомусь теоретичному розподілу. Виконується з використанням критеріїв згоди, зокрема Хі-квадрат - функція **ХІ2ТЕСТ** в Excel. Орієнтовна оцінка може бути виконана за допомогою побудови графіків і візуального порівняння розбіжностей і збігів вибіркового і теоретичного розподілів.

3. Виявлення відмінностей між вибірками виконується з використанням критеріїв відмінності, зокрема t-критерію Стюдента (функція **ТТЕСТ**) і критерію Фішера (функція **ФТЕСТ**). Можна використовувати інструменти з Пакета аналізу Excel: Двохвибірковий t-

тест з різними дисперсіями двохвибірковий F-тест для дисперсій, а також Парний двохвибірковий t-тест для середніх і двохвибірковий t-тест з однаковими дисперсіями.

4. Оцінка впливу на вибірки одного, двох або більше факторів - однофакторний, двохфакторний дисперсійний аналіз. Інструменти Excel: однофакторний дисперсійний аналіз, двохфакторний дисперсійний аналіз з повтореннями і двохфакторний дисперсійний аналіз без повторень.

5. Виявлення ступеня зв'язку між вибірками (змінними) - кореляційний аналіз. В якості запобіжного зв'язку двох випадкових величин використовують коефіцієнт кореляції R. Якщо $R = 0$ - залежності немає, $R > 0$ - залежність прямо пропорційна, $R < 0$ - залежність обернено пропорційна. В Excel використовується функція КОРРЕЛ і інструмент Кореляція.

6. Встановлення форми залежності (рівняння регресії) між вибіркою (випадкової змінної Y) і однієї або декількома незалежними змінними величинами - регресійний аналіз, з метою оцінки достовірності прийнятої математичної моделі статистичним даним. Інструменти регресійного аналізу включені в Пакет аналізу (Сервіс - Аналіз даних ...).

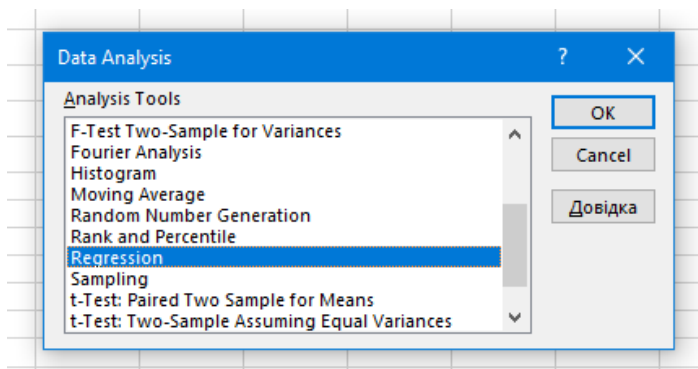


Рисунок 5.4 – Вікно аналізу даних

Перераховані засоби Excel для статистичної обробки даних достатні для статистичного аналізу більшості типів даних. У той же час повноцінний статистичний аналіз даних і прогнозування виконують в спеціалізованих пакетах програм. Однак більшість з них вимагає відповідної математичної підготовки і глибокого знання пакетів.

Найбільш поширеними пакетами статистичного аналізу і прогнозування є Statistica, Statgraphics, NCSS, SPSS, Project Expert (фінансове планування). Відомі також пакети SAS, SYSTAT, SigmaStat, SigmaPlot, ESB Stats, MVSP, Chameleon Statistics, Leo Statistic, Simca-P і інші. Перспективним інструментом вирішення складно формалізованих завдань прогнозування, статистичного і регресійного аналізу є пакети, побудовані за технологією нейронних мереж, зокрема пакет STATISTICA Neural Network. Відомі застосування нейрокомп'ютерів (CNAPS PC / 128), імітаторів нейронних мереж (Qnet for Windows) для прогнозування фінансової діяльності тощо.

Основні категорії та 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}).

Запитання для перевірки знань:

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

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.

6.1 Етапи експертизи.

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

Основними *етапами процесу* експертного оцінювання є:

- організаційно-технологічна підготовка експертизи;
- формування групи фахівців-аналітиків (організаторів експертизи);
- формування мети і задач експертного оцінювання;
- формування групи експертів;
- вибір методу одержання експертної інформації та способів її обробки, розробка анкети;
- проведення опитування експертів (експертиза);
- обробка і аналіз результатів експертизи;
- визначення колективних експертних оцінок;
- інтерпретація отриманих результатів;
- складання звіту з результатами експертного оцінювання.

6.2 Формування експертної групи.

Достовірність експертизи залежить від кількості експертів в групі і їх індивідуальної компетентності. На рис.6.1 представлено графік експериментальних даних, які встановлюють монотонне зростання достовірності при збільшенні кількості експертів у групі.

Кількість експертів в експертній групі залежить від множини факторів та умов. Зокрема, від важливості розв'язуваної проблеми, наявних можливостей та ін. В більшості випадків визначається мінімально можлива кількість експертів, що частіше стає важливою умовою встановлення кількості запрошуваних експертів.

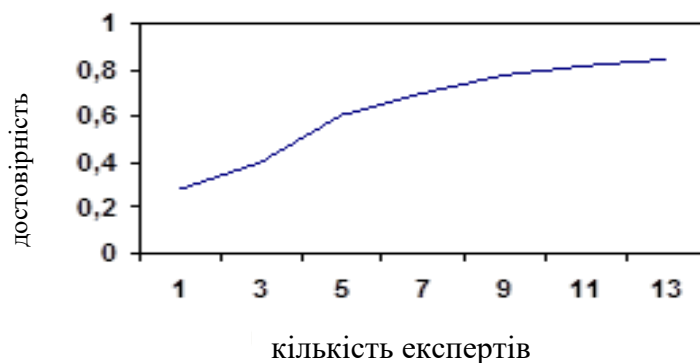


Рисунок 6.1 - Залежність достовірності експертизи від кількості експертів

Існують різні підходи до вибору кількості експертів в робочій групі:

1. Кількість експертів (m) повинна бути не менша числа факторів (n) або ознак, які підлягають ранжируванню ($m \geq n$)
2. Кількість експертів рекомендується визначати за наступною формулою:

$$m \geq 0.5 \cdot \left(\frac{0.33}{b} + 5 \right), \quad (6.1)$$

де b - похибка результату експертного аналізу $0 < b < 1$. Так при допустимій помилці в 5% ($b = 0,05$) до складу робочої групи повинні входити не менше 6 експертів.

3. Кількість експертів відповідно до принципу Гештальта повинна бути в межах 10 осіб. При великій кількості експертів, по-перше, досить важко узгоджувати їх судження, якщо експерти належать до різних наукових шкіл та напрямлень, а по-друге, виникають певні складності в організації експертного опитування.

4. На основі результатів практичної діяльності кількість експертів рекомендовано брати не менше 7 та не більше як 20 осіб. Інші автори пропонують не менше 10 та не більше 30 оскільки, мала кількість експертів призводить до недостовірності групової оцінки, а велика – до складності організації експертного опитування.

5. Кількість експертів рекомендовано визначати за формулою:

$$m \leq \frac{3}{2 \cdot Q_{\max}} \cdot \sum_{i=1}^{m^*} Q_i, \quad (6.2)$$

де m^* - це кількість експертів в попередньо сформованій групі;

Q_i - компетентність i -го експерта, яка оцінюється в балах, наприклад, рекомендується від 1 до 5 балів;

$Q_{\max}$ - максимально можлива компетентність i -го експерта, наприклад, 5 балів.

Тоді, наприклад, якщо в якості вхідних даних маємо $m^* = 10$ та всі експерти одного найвищого рівня кваліфікації $Q_i = 5$ ($i = 1 \dots 10$) та $Q_{\max} = 5$, то отримуємо $m \leq 15$.

6. Аналізуючи різні наукові джерела за експертним опитуванням, було встановлено, що єдиної думки про кількість експертів не існує, кількісний склад експертів може бути: 3-5 осіб, 5-7 осіб, до 30 осіб. Виходячи з того, що дослідження в авіаційній галузі пов'язані з вирішенням проблеми підвищення рівня безпеки польотів, тому склад групи експертів повинен бути не менше 10 осіб. Рекомендована кількість – від 15 до 30 осіб.

6.3 Оцінка компетентності групи експертів

Точність та надійність експертних оцінок, в першу чергу визначається складом експертної групи, їх професіоналізмом, обсягом знань, ґрунтованістю.

При оцінці якостей експерта необхідно враховувати його професійні знання, досвід діяльності та ефективність роботи в складі експертних груп. Існує багато способів оцінки якостей експерта, кожний з яких може бути вдало використаний у тому або іншому конкретному випадку. Вони підрозділяються на три основні групи:

- апіорні;
- апостеріорні;
- тестові.

Апіорними називаються методи оцінки якостей експерта, при яких не використовується інформація про результати його участі в попередніх експертизах.

Апостеріорними називаються методи оцінки якостей експерта, засновані на інформації про результати його участі в попередніх експертизах.

Тестовими є методи оцінки якостей експерта, що припускають проведення спеціального випробування.

Апіорна оцінка компетентності експертів (кандидатів)

Ступінь відповідності експерта комплексу вимог характеризується його компетентністю, що визначає здатність до експертизи. При відсутності можливості

сформувати групу експертів високого рівня компетентності доцільно на етапі формування групи зробити оцінку компетентності кожного з експертів через *коефіцієнти аргументованості суджень та інформованості* - з метою відбору фахівців достатньої (попередньо заданої) компетентності і забезпечення можливості наступного урахування зваженої думки експертів при обробці результатів 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.

Структура аргументів обраховується коефіцієнтом аргументації K^{APG} , який відповідає формалізованим відомостям про характер джерел аргументації і про ступінь впливу кожного джерела на прийняті експертом рішення. Чисельне значення даного коефіцієнта визначається шляхом підсумовування зазначених i -м експертом у комірках таблиці 6.1 чисел.

Після багаторазового (періодичного) залучення групи експертів до оцінювання однакових або однотипних об'єктів дослідження структура таблиці 6.1 і її зміст можуть коректуватися залежно від достовірності отриманих індивідуальних оцінок експертів.

Таблиця 6.1 - Числові оцінки значимості вхідної інформації, відповідні до комбінацій джерел аргументації з урахуванням їх впливу на думку експерта

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерел на думку експерта		
	висока	середня	низька
Результати теоретичного аналізу	0,30	0,20	0,10
Виробничий досвід	0,25	0,20	0,10
Науковий досвід	0,25	0,20	0,10
Результати узагальнення робіт вітчизняних авторів	0,05	0,05	0,05
Результати узагальнення робіт закордонних авторів	0,05	0,05	0,05
Особисте знайомство зі станом справ за кордоном	0,05	0,05	0,05
Інтуїція	0,05	0,05	0,05

При знаходженні K^{APG} береться до уваги:

- сумарне значення K^{APG} не повинне перевищувати 1;
- значенню $K^{APG} = 1$ відповідає високий ступінь впливу на думку експерта всіх джерел аргументації;
- значення $K^{APG} = 0,8$ - середній ступінь впливу;
- значення $K^{APG} = 0,5$ - низький ступінь впливу;
- значення коефіцієнта аргументації зменшується при переході від «виробничого досвіду» до «теоретичного аналізу» і від останнього до інших джерел аргументації.

Значення коефіцієнта аргументації для i -го експерта визначається по формулі:

$$K_i^{APG} = \frac{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}}{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}^{\max}} \quad (6.3)$$

де γ_{ji} - оцінка, відзначена по i -му варіанту j -го джерела аргументації;

$\gamma_{ji}^{\max}$ - максимальна оцінка по i -му варіанту;

n - кількість джерел аргументації в табл.6.1.

З урахуванням того, що $\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}^{\max} = 1$, робоча формула має вигляд:

$$K_i^{AP\Gamma} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji} \quad (6.4)$$

Ступінь інформованості експерта в обговорюваних питаннях обраховується коефіцієнтом інформованості $K^{IH\Phi}$. Він відповідає формалізованим відомостям про інформованість експерта по кожному з обговорюваних питань (області дослідження ОД). Чисельне значення даного коефіцієнта визначається шляхом підсумовування зазначених i - m експертом у комірках таблиці 6.2 чисел.

Таблиця 6.2 - Числові кваліфікаційні оцінки, відповідні до різних ступенів інформованості експерта

Стаж роботи в ОД	≤ 3 років	4 роки	5 років	6 років	7 років	8 років	9 років	≥ 10 років
	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
Наявність наукового ступеня і вченого звання в ОД	Доктор наук, професор			Кандидат наук, доцент			Немає	
	0,70			0,50			0,00	
Наявність наукових праць в ОД	Монографія			Патент, АС		Статті	Алгоритми, програми	
	0,70			0,60		0,45	0,30	
Науково-організаційна робота	Керівник комплексу робіт		Керівник однієї роботи		Учасник виконання декількох робіт		Учасник виконання однієї роботи	
	0,60		0,50		0,30		0,10	
Участь у конференціях і семінарах в ОД	Міжнародні конференції й симпозиуми		Всеукраїнські конференції й симпозиуми		Галузеві конференції й семінари		Конференції організацій і підприємств	
	0,70		0,60		0,50		0,40	

При плануванні експертизи по специфічній або вузько направленій проблемі, що вимагає від експертів досвіду й компетенції в деякій окремій галузі знань або діяльності, зміст таблиці 6.2 доцільно розширити або змінити з урахуванням специфіки майбутніх досліджень.

Якщо інформованість експертів оцінюється по питанням у межах наведеної таблиці 6.2, то величина коефіцієнта $K^{IH\Phi}$ для i -го експерта визначається по формулі:

$$K_i^{IH\Phi} = \frac{\sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{\sum_{v=1}^5 \varphi_v^{\max}} \quad (6.5)$$

де φ_{vi} - числова кваліфікаційна оцінка i -го експерта по v -му ознаку інформованості;
 $\varphi_v^{\max}$ - максимальна оцінка по v -му ознаку інформованості.

З урахуванням того, що $\sum_{v=1}^5 \varphi_v^{\max} = 3,35$, робоча формула має вигляд:

$$K_i^{IH\Phi} = \frac{\sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{3,35} \quad (6.6)$$

Коефіцієнт компетентності i -го експерта визначається як множення коефіцієнтів аргументації та інформованості, тобто:

$$K_i^{КОМП} = K_i^{АРГ} \cdot K_i^{ИНФ} \quad (6.7)$$

або

$$K_i^{КОМП} = \frac{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji} \cdot \sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{3,35} \quad (6.8)$$

Репрезентативність експертної групи в цілому оцінюється середньою арифметичною величиною компетентності експертів:

$$M(K_i^{КОМП}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^{КОМП} \quad (6.9)$$

де N – кількість експертів

Експертна група вважається репрезентативною за умови:

$$0,7 \leq M(K_i^{КОМП}) \leq 1 \quad (6.10)$$

6.4 Методи одержання експертної інформації.

Найбільш поширеними експертними методами виявлення пріоритетів в області дослідження є наступні: метод рангів, безпосереднього оцінювання, порівнянь.

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. Більш точним таке впорядкування стає при меншій кількості об'єктів дослідження і навпаки.

Таким чином, цей метод дозволяє визначити місце досліджуваного об'єкта серед інших об'єктів. Перевагою методу рангів є його простота. Недоліками є:

- неможливість з достатньою точністю ранжувати об'єкти, кількість яких перевищує 15-20;
- не відповідає на питання як далеко за значимістю знаходяться досліджувані об'єкти один від одного.

Часто в процесі експертного опитування виникає ситуація, коли експерт не може провести чіткого розмежування між двома або кількома об'єктами вимірювань. В такому випадку вводяться ($r_{св}$) (стандартизовані ранги). Наприклад, якщо деяка пара об'єктів вимірювань претендує на 2-3 місця (ранги), то $r_{св} = (2 + 3) / 2 = 2,5$, якщо трійка об'єктів вимірювань невизначена щодо 4,5,6 місць, то $r_{св} = (4 + 5 + 6) / 3 = 5$.

Точність і надійність процедури ранжирування в значній мірі залежать від кількості об'єктів. Чим таких об'єктів менше, тем вище їх «розрізнення» з погляду експерта, а отже, тим більш надійно можна встановити ранг об'єкта. Кількість об'єктів n , що ранжуються не повинна бути більше 20, а найбільш надійна ця процедура, коли $n \leq 10$.

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.

Найбільш поширений діапазон шкал оцінок буває: від 0 до 1; 0 до 5; 0 до 10; 0 до 100. У найпростішому випадку оцінка може бути 0 або 1.

Іноді оцінювання здійснюється у словесній формі. Наприклад, «дуже важливий», «важливий», «маловажливий», і т.п., що теж іноді для великої зручності обробки

результатів опитування перекладається в бальну шкалу (відповідно 3, 2, 1).

Такий метод застосовується тільки при впевненості повної інформованості експертів про досліджувані властивості об'єкта, чого часто не буває.

Метод порівнянь (співставлення). Метод включає два його різновиди: парного порівняння і послідовного зіставлення.

При парному порівнянні експерт зіставляє досліджувані об'єкти за їх важливістю попарно, встановлюючи в кожній парі об'єктів найбільш важливий. Всі можливі пари об'єктів експерт представляє у вигляді запису кожної з комбінацій (об'єкт 1 - об'єкт 2, об'єкт 2 - об'єкт 3 і т.д.) або у формі матриці.

В результаті порівняння об'єктів в кожній парі експерт висловлює думку про важливість того чи іншого об'єкта, тобто віддає одному з них перевагу. Іноді експерти приходять до висновку про еквівалентність кожного з об'єктів пари. Впорядкування в кожній парі об'єктів, безумовно, не дає відразу упорядкування всіх розглянутих об'єктів, тому необхідна подальша обробка результатів порівняння. Найбільш зручно здійснювати парні порівняння і їх обробку, використовуючи як інструмент матриці.

Шкала оцінок парного порівняння, наприклад:

- 1 - відображає факт переваги;
- 0 - відображає факт невизначеності;
- 0,5 - факт рівноцінності;
- * - факт незрівнянності.

В окремих випадках при великій кількості досліджуваних об'єктів на результати парного порівняння впливають психологічні чинники, тобто перевагу часом отримує не той об'єкт, який дійсно кращий ніж інші, а той, який в переліку пар записаний першим або перебуває за розташуванням в матриці вище порівнюваного. Тому іноді для виключення психологічного впливу проводять подвійне парне порівняння, тобто ще раз здійснюють парне порівняння, але тільки при зворотному розташуванні об'єктів і відповідно об'єктів в кожній парі.

Метод парних порівнянь дуже простий і він дозволяє досліджувати більшу кількість об'єктів (у порівнянні, наприклад, з методом рангів) і з більшою точністю.

Суть методу послідовного порівняння полягає в наступному. Експерт має всі досліджувані об'єкти в порядку їх важливості (як метод рангів). Попередньо кожному з об'єктів приписується певна кількість балів, наприклад, за шкалою від 0 до І (як метод оцінювання). Причому найважливішому об'єкту дається бал рівний І, а всім іншим в порядку зменшення їх значимості, тобто від І до 0. Далі експерт вирішує питання, чи буде важливість об'єкта, що має ранг І, більше суми бальних оцінок всіх інших об'єктів. Якщо буде, то величина бальної оцінки першого об'єкта збільшується до дотримання цієї умови, а якщо ні, то експерт зменшує цю величину до такого числового значення, щоб вона стала менше суми оцінок всіх інших об'єктів.

Величини оцінок другого, третього і наступних об'єктів за важливістю визначаються послідовно аналогічно оцінці першого найбільш важливого об'єкта.

Метод послідовного зіставлення для експертів найбільш трудомісткий. Особливо це починає відчуватися при кількості досліджуваних об'єктів більше шести-семи.

6.5 Статистичні методи обробки результатів експертизи. Оцінка узгодженості думок експертів.

Групова оцінка може вважатися досить надійною тільки за умови достатньої узгодженості відповідей опитуваних фахівців. Тому статистична обробка інформації, отриманої від експертів, повинна містити в собі оцінку ступені узгодженості думок експертів і виявлення причин неоднорідності суджень.

У загальному випадку статистичний аналіз матеріалів відповідей, отриманих від групи експертів, допускає:

- оцінку ступеню узгодженості суджень експертів за кожною ознакою окремо й по

всьому набору ознак у цілому;

- виділення підгруп експертів з «близькими» судженнями у випадку істотних розбіжностей у відповідях;

- виявлення причин розходження суджень, що визначають вплив характеристик експертів на зміст відповідей, і здійснення заходів, що дозволяють підвищити достовірність оцінок експертів;

- оцінку якості експертних суджень і компетентності експертів;

- формування групового рішення.

В ході ранжирування об'єктів (факторів, альтернатив) судження експертів щодо розв'язуваної проблеми зазвичай різняться. У зв'язку з цим виникає потреба кількісної оцінки ступеня узгодженості експертів. Обробка результатів експертизи з метою виявлення узгодженості думок експертів проводять в такому порядку:

1. Індивідуальні оцінки експертів формуються в групову таблицю.

2. Визначаємо оцінку експертів (середню):

$$R_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m} \quad (6.11)$$

3. Для кожного об'єкту визначаємо значення $R_{гр}$.

4. Визначаємо середньоквадратичне відхилення для кожного об'єкту:

$$\sigma_i = \sqrt{D_i} \quad (6.12)$$

5. Визначаємо коефіцієнт варіації для кожного об'єкту:

$$\nu_i = \frac{\sigma_i}{R_{cp_i}} \cdot 100\% \quad (6.13)$$

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.

6. Остаточні висновки можна робити після визначення значення показників узгодженості за всією сукупністю об'єктів. Для цього необхідно визначити коефіцієнт конкордації за Кендаллом (W), тобто узагальнений коефіцієнт кореляції для групи, яка складається з m експертів.

Коефіцієнт конкордації W обчислюється за формулою (якщо не має однакових рангів, привласнених експертами):

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \times (n^3 - n)}, \quad (6.14)$$

де S – сума квадратів відхилень суми рангів кожного об'єкту експертизи від середньоарифметичного рангів;

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_j - \bar{r} \right)^2, \quad (6.15)$$

$$\text{де } \bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad (6.16)$$

де m – кількість експертів;

n – кількість об'єктів (факторів, альтернатив).

У випадку, коли експерт не може встановити рангові відмінності між декількома факторами їм присвоюються однакові ранги, розрахунок коефіцієнта конкордації виконуємо за наступними формулами:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (6.17)$$

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{T_j} (t_j^3 - t_j), \quad (6.18)$$

де t_j – число однакових рангів в j -м ряду.

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.

Якщо коефіцієнт конкордації має недостатньо високе значення, то з експертами проводяться тренування, обговорюються результати та аналізуються помилки. Підвищення узгодженості в експертній групі може бути досягнуто за допомогою ретельного відпрацювання анкет опитування, які складаються із пояснення (інструкції) для респондента та таблиць опитування експертів.

Виявлення достовірності оцінок експертів. В залежності від кількості оцінюваних об'єктів (факторів, альтернатив), необхідно використовувати різні методи виявлення достовірності отриманих результатів.

Наприклад, якщо оцінюється невелика кількість об'єктів ($n \leq 7$), в цьому випадку перевірка значимості (достовірності) отриманих результатів можлива за наступною умовою:

$$W_\phi > W_{кр}, \quad (6.19)$$

де W_ϕ – фактичне значення коефіцієнту конкордації;

$W_{кр}$ – табличне значення коефіцієнту конкордації (статистичні таблиці)

Якщо виконується умова (6.19), то можна стверджувати, що оцінки (судження) експертів узгоджені та не випадкові.

У випадку, коли оцінюється більша, ніж 7, кількість об'єктів ($n > 7$), то перевірка значимості (достовірності) отриманих результатів можлива згідно з *критерієм Пірсона* (χ^2). Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона - це параметричний критерій. Як і всі інші критерії, які використовують параметри розподілу.

Наприклад, кількість об'єктів ранжирування дорівнює 12 ($n=12$). Для цього розраховуємо χ^2_ϕ для розподілу з числом ступенів свободи $f = n - 1 = 11$ за формулою:

$$\chi^2_\phi = m \cdot (n - 1) \cdot W_\phi, \quad (6.20)$$

де W_ϕ – фактичне значення коефіцієнту конкордації

m – кількість експертів;

n – кількість об'єктів (факторів, альтернатив).

$$\chi^2_\phi = 12 \cdot (12 - 1) \cdot 0,707 = 93,3$$

Якщо $\chi^2_\phi > \chi^2_{кр}$ можна зробити висновок, що думки узгоджені при заданому рівні значимості.

Табличне значення критерію для числа ступенів свободи, рівного 11, і рівня значимості $\alpha = 0,01$ дорівнює $\chi^2_{кр} = 24,72$ (для $\alpha = 0,05$ дорівнює $\chi^2_{кр} = 19,68$).

Таким чином, $\chi^2_{кр} > \chi^2_\phi$ - гіпотеза про узгодженість суджень експертів приймається.

Після того, як проведена перевірка на узгодженість та достовірність експертної інформації, можемо стверджувати, що встановлено систему переваг експертів за групою об'єктів (факторів, альтернатив), на основі якої можна приймати рішення.

6.6 Обробка експертних оцінок з використанням MS Excel

Сучасний табличний процесор Microsoft Excel часто використовується для організації розрахунків та аналізу експертних оцінок. Табличний процесор Microsoft Excel має широкий набір вбудованих функцій (близько 200), які поділяються на такі категорії: фінансові, дати і часу, математичні, статистичні, перегляду та посилань, функції роботи з базами даних, логічні, інформаційні тощо. Для роботи з ними використовується спеціальне діалогове вікно **Майстер функцій** - f_x , використовуються такі функції: СРЗНАЧ/AVERAGE, ДИСП/VAR, СТАНДОТКЛОН/STDEV, крім того використовується «Автосума», а також розрахунки нестандартних формул: коефіцієнт варіації, конкордації тощо.

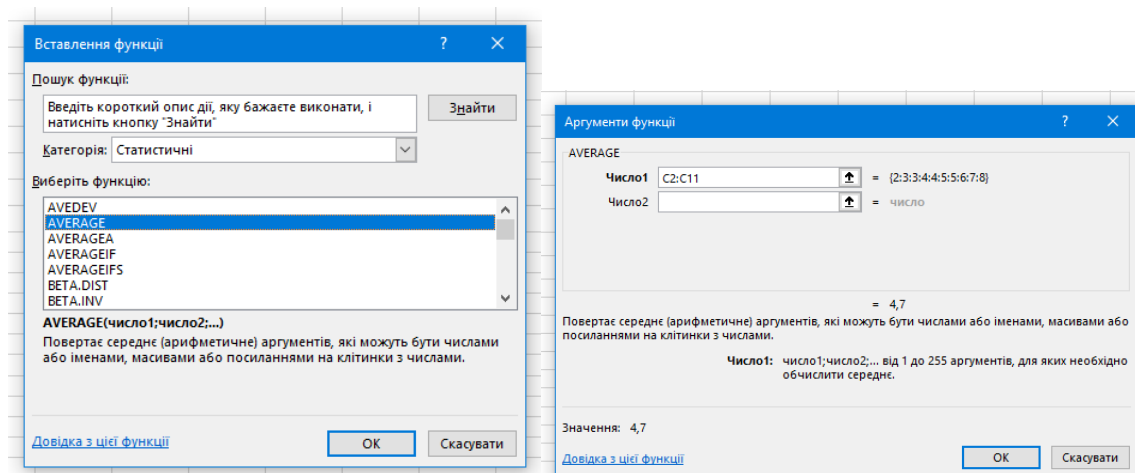


Рисунок 5.3 – Вікна Майстра функцій, розрахунок середнього значення

Основні категорії та поняття. Компетентність, аргументованість, поінформованість експерта, коефіцієнт варіації, коефіцієнт конкордації

Запитання для перевірки знань:

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

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.

7.1 Поняття академічної доброчесності

В Законі України про освіту (прийняття від 05.09.2017; набрання чинності 28.09.2017) є Стаття 42, що присвячена академічній доброчесності:

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.

Дотримання академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними та науковими працівниками передбачає:

- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про методики і результати досліджень, джерела використаної інформації та власну педагогічну (науково-педагогічну, творчу) діяльність;
- контроль за дотриманням академічної доброчесності здобувачами освіти;
- об'єктивне оцінювання результатів навчання.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей);

- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Системи перевірки плагіату: Turnitin, Unicheck, iThenticate, StrikePlagiarism та ін.

Такі системи працюють з використанням:

1. Бази даних: Більшість систем мають власні обширні бази даних з наукових статей, книг, веб-сторінок та інших джерел.

2. Алгоритми порівняння: Системи використовують алгоритми, що порівнюють текст документа з існуючими джерелами. Вони аналізують як точні збіги, так і перефразовані фрагменти.

3. Звіти про плагіат: Після перевірки користувач отримує звіт, в якому вказані відсотки схожості, джерела можливого плагіату та деталі щодо цитувань.

Переваги та обмеження систем перевірки плагіату:

- Переваги: Допомагають уникнути академічної нечесності, підвищують якість наукових робіт, зменшують ризик порушення авторських прав.

- Обмеження: Деякі системи можуть не розпізнавати перефразування або не мати доступу до певних джерел. Також існує ризик помилкових збігів.

Сучасні системи перевірки плагіату є важливими інструментами у забезпеченні доброчесності наукової діяльності, допомагаючи уникати неетичної практики та підтримувати високу якість досліджень.

В Льотній академії Національного авіаційного університету є Положення про дотримання академічної доброчесності в ЛА НАУ.

http://www.klanau.kr.ua/images/docs/Pologennya_Akadem_Dobrochesnist.pdf

Перед перевіркою на академічний плагіат здобувач ВО:

- готує файл кваліфікаційної (магістерської) роботи у форматі, прийнятному для перевірки на плагіат (підтримуються формати файлів .doc, .docx, які не містять елементів захисту);

- може перевірити кваліфікаційну (магістерську) роботу за допомогою безкоштовних програм чи сервісів (наприклад, Etxt Antiplagiat) і ознайомити з результатами перевірки наукового керівника;

- подає готовий файл завершеної роботи науковому керівнику.

Науковий керівник кваліфікаційної (магістерської) роботи, у разі оформлення позитивного відгуку не пізніше ніж два тижні до початку роботи ЕК, подає електронну версію роботи для перевірки на плагіат адміністратором Антиплагіатної інтернет-системи «UNICHECK» Plagiarism Checker that Prefers Results over Numbers

Перевірка на плагіат наукових робіт виконується за допомогою системи [Unichек](#) (рис.7.1).

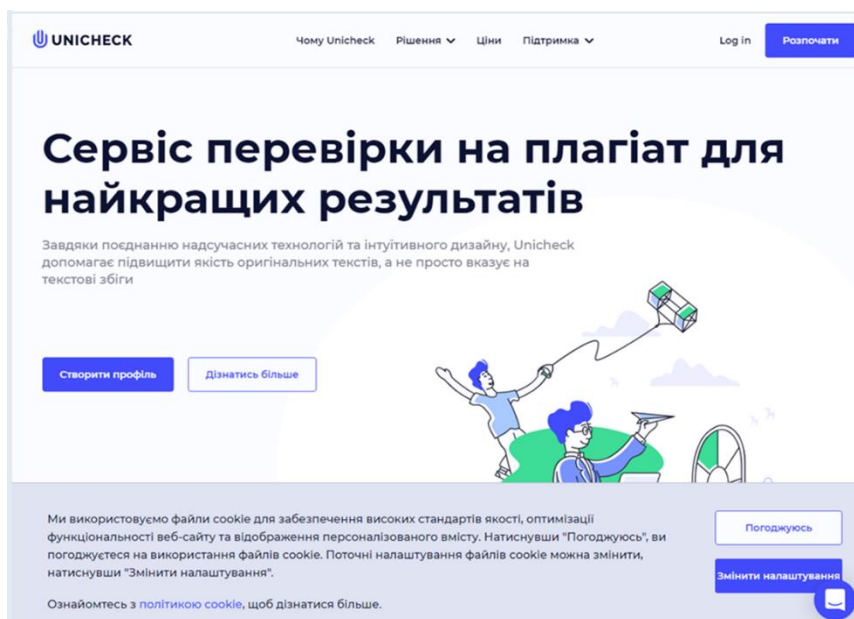


Рисунок 7.1 - Сторінка Unichек

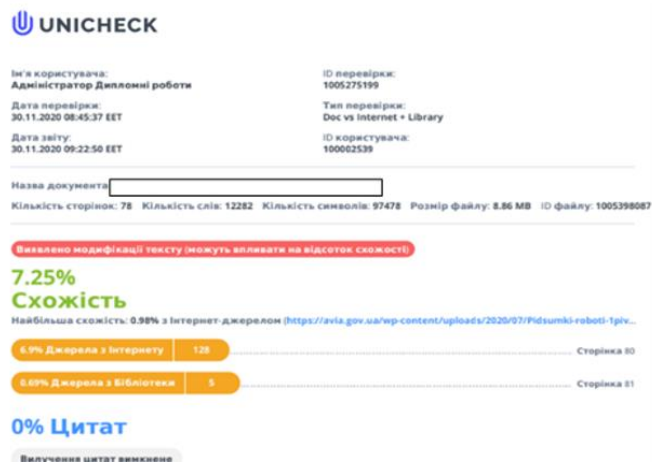


Рисунок 7.2 - Фрагмент звіту Unicheck з перевірки на плагіат

Для авторефератів та дисертацій	Для магістерських дипломних робіт, монографій та рукописів наукових статей	Для бакалаврських дипломних робіт, рукописів, підручників, навчальних посібників та інших робіт	Рівень оригінальності твору	Рекомендована дія
понад 85 %	понад 80%	понад 75 %	Високий	Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання несправомірним запозиченням. Передається на розгляд Експертної ради
від 70% до 85%	від 60 % до 80%	від 55 % до 75%	Задовільний	Наявні окремі ознаки академічного плагіату. Слід пересвідчитись у наявності посилань на першоджерела для цитованих фрагментів. Передається на розгляд Експертної ради, яка визначає необхідність повторної перевірки
від 50% до 70%	від 40% до 60%	від 35 % до 55%	Низький	Наявні певні ознаки академічного плагіату, але матеріал може бути прийнятий за умови доопрацювання з обов'язковою наступною перевіркою на оригінальність доопрацьованого твору
менше 50%	менше 40%	менше 35%	Неприйнятний	Наявні істотні ознаки плагіату. Матеріал до розгляду не приймається

Рисунок 7.3 - Відсотки та рівні унікальності текстів

Для кваліфікаційних робіт здобувачів ВО освітнього ступеня магістра дозволяється збіг з однією роботою (за виключенням авторського тексту бакалаврської роботи здобувача ВО) не більше ніж 25%. Якщо унікальність складає менше 75%, кваліфікаційна (магістерська) робота потребує доопрацювання та повторної перевірки. Кваліфікаційні (магістерські) роботи, в яких повторно виявлено ознаки плагіату, не допускаються до захисту.

Остаточне рішення щодо наявності у роботі ідей та наукових результатів, які отримані іншими авторами, та (або) відтворення опублікованих текстів інших авторів без відповідного посилання за мотивованими висновками приймається на засіданні випускової кафедри на підставі висновку експерта та доводиться до відома здобувача ВО (в письмовій або усній формі). Виявлені у тексті запозичення вважаються правомірними, якщо вони є:

- власними назвами (індивідуальними найменуваннями окремих одиничних об'єктів, у т.ч. найменуваннями установ, назвами праць, які досліджувалися у роботі, бібліографічними посиланнями на джерела та ін.);

- усталеними словосполученнями, що характерні для певної сфери знань;
- належним чином оформленими цитуваннями;
- самоцитуванням (фрагментами тексту, що належать автору твору, опубліковані або оприлюднені в електронній формі ним у інших творах).

7.2 Систематизація результатів дослідження

Дослідна стадія наукового процесу завершується систематизацією результатів, що включає: докази гіпотези, висновки та рекомендації, науковий експеримент, коригування попередніх пропозицій, літературне викладення дослідження. Докази гіпотез ще не означає їх повне підтвердження в процесі досліджень. Якщо в процесі дослідження з усіх робочих гіпотез залишилася лише мінімальна кількість їх, то навіть це є самостійним науковим результатом.

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.

До загальних вимог щодо змісту науково-дослідної роботи відносяться:

- чіткість і логічна послідовність викладення матеріалів (інформації);
- переконливість аргументації;
- чіткість і точність формулювань, що виключають можливість неоднозначного розуміння;
- конкретність висвітлення результатів роботи;
- обґрунтованість рекомендацій та пропозицій.

Наукові узагальнення є кінцевим матеріалом дослідження, який оброблений і систематизований відповідно до мети дослідження.

Наукові узагальнення досліджень - це, як правило, літературний виклад результатів дослідження у вигляді наукової роботи, яка може мати форму:

- в частині студентської науково-дослідної діяльності: підсумкового звіту про науково-дослідну роботу, курсової роботи, кваліфікаційної роботи, звіту з практики.
- в частині науково-дослідної роботи: наукова стаття, тези, науковий реферат, монографія, дисертація.

7.3 Види наукових результатів

До результатів наукових досліджень відносяться:

- нові наукові теоретичні або емпіричні знання про об'єкт, процес або явище;
- практичні рекомендації, методичні матеріали.

Результати наукових досліджень можуть бути у формі нових концепцій, теоретичних понять, класифікацій, методів, методик, моделей, практичних рекомендацій, методичних матеріалів.

Проміжні результати наукових досліджень можуть бути у вигляді текстового матеріалу, аналітичних таблиць, графіків, схем, алгоритмів.

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.

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.

Методичні матеріали (вказівки, рекомендації) мають на меті пошук шляхів значного і цілеспрямованого удосконалення організації виробничих та навчальних процесів. У цьому випадку пропонується набір заходів (засобів, навчальних матеріалів), які мають методичний характер і які дають можливість підвищувати ефективність професійної діяльності, навчально-пізнавальної активності, покращувати їх інформування, стабілізувати склад виробничих, навчальних груп і т.п.

Практичні рекомендації можуть бути у формі методик процесів та процедур, інструкцій організації та проведення операцій, процесів, діяльності.

Розроблені рекомендації повинні бути

- чітко сформульованими;
- відображати результативність запропонованих для підприємства заходів, умови та способи їх практичного застосування у тій чи іншій формі.
- бути економічно обґрунтованими та мати практичне значення для певного підприємства;
- мають бути перспективними та враховувати не лише умови, що існують, але й зміни, що мають відбутися надалі (принаймні найближчим часом).

Найбільш важливі результати наукового дослідження формулюються у вигляді висновків, які є найважливішими науковими та практичними результатами, одержаними у процесі наукового дослідження.

Висновки - це короткий виклад отриманих наукових результатів. Вони формулюються за суттю поставленої наукової проблеми.

У висновках подається стисла характеристика питання, розкриваються методи вирішення поставлених завдань, їх практичний аналіз, наголошується на кількісних і якісних результатах проведеного дослідження, обґрунтовується їх достовірність. У висновках має даватися узагальнена оцінка виконаної роботи з аргументацією важливих наукових результатів. Висновки слід формулювати ретельно і точно, вони не повинні бути перевантажені цифровими даними або містити додатковий виклад матеріалу.

Висновки можуть включати і практичні пропозиції, які підвищують цінність теоретичного матеріалу. Зміст висновків відтворює суть і новизну виконаного. При формулюванні висновків дослідження слід показати відмінність результатів роботи від відомих раніше варіантів вирішення проблеми. *Приклади* формулювань висновків:

доведено ... (доведено, що використання методу...є необхідною передумовою отримання адекватного опису процесів в управлінні...);

- встановлено ... (встановлено, що авіаційний ринок є одним із найбільш динамічних та, на відміну від інших ринків, характеризується великою кількістю учасників, значним їх географічним розкидом, швидким оновленням інформації...);

- розкрито ... (розкрито змістовну сутність таких складових інформаційного ринку, як: інформаційні ресурси, інформаційний продукт, інформаційна послуга, інформаційні технології...);

- виявлено ... (виявлено вплив сучасних інформаційних технологій на структурно-функціональні...);

- обґрунтовано ... (обґрунтовано необхідність застосування розробленої моделі для вдосконалення...);

- запропоновано ... (запропоновано Інтернет-сервіс для створення тесту професійного спрямування...);

- досліджено ... (досліджено професійну діяльність шляхом виконання таких етапів ...);

- аргументовано ... (аргументовано, що саме створення комплексної системи автоматизації управління ...процесами вирішить ряд актуальних на сьогодні проблем...);

- проаналізовано ... (проаналізовано основні показники безпеки польотів при ... та встановлено логічний зв'язок між показником ... та...)..

7.4 Наукова публікація: поняття, функції, основні види

Наукова публікація (в перекладі з латинського - *publicato* - оголошую всенародно, оприлюднюю) - це доведення інформації до громадськості за допомогою преси, радіомовлення, телебачення; розміщення в різних виданнях (газетах, книгах, підручниках, журналах, електронних виданнях).

Наукова публікація - це опублікований опис наукового дослідження, що містить аналіз сутності певної наукової проблеми, методи і результати її дослідження, науково обґрунтовані висновки. Завданням наукових публікацій є знайомити науковий світ з результатами досліджень окремих вчених та груп науковців.

Головні функції публікацій:

- оприлюднення результатів наукової роботи;
- сприяння встановленню пріоритету автора при аналогічних за змістом наукових статтях;
- свідчення про особистий внесок дослідника в розробку наукової проблеми;
- підтвердження достовірності основних результатів і висновків наукової роботи, її новизни та наукового рівня, оскільки після виходу в світ публікація стає об'єктом вивчення й оцінки широкою науковою громадськістю;
- підтвердження факту апробації та впровадження результатів і висновків дисертації;
- відображення основного змісту, наукового рівня та новизни дослідження;
- забезпечення первинною науковою інформацією суспільства, повідомлення про появу нового наукового знання, передача його у загальне користування.

Наукові публікації виходять друком у формі друкованих або електронних видань. Видання - це такий документ, що містить інформацію, призначену для поширення, пройшов редакційно-видавниче опрацювання, відтворений друкуванням, тисненням або виготовлений електронним записом на будь-якому носії чи іншим способом, видавниче оформлення, поліграфічне й технічне виконання якого відповідає вимогам правових і нормативних документів.

Наукове видання - видання, що містить результати теоретичних і (або) експериментальних досліджень, а також науково підготовлені до публікації пам'ятки культури та історичні документи з розгалуженим науково-довідковим апаратом (науково-дослідний, пояснювальний текст, коментар, різноманітні показники).

Воно призначене для фахівців відповідної галузі та наукової роботи. Наукові видання можуть бути двох груп:

- науково-дослідні;
- джерелознавчі.

До науково-дослідних належать (рис. 7.4):

- монографія (наукова праця, присвячена дослідженню однієї теми);
- науковий реферат (автореферат) - коротке викладення автором змісту наукового дослідження, дисертаційної роботи перед поданням її до захисту;
- інформативний реферат - коротке письмове викладення однієї наукової праці, що стисло висвітлює її зміст. Він акцентує увагу на нових повідомленнях;
- тези доповідей, а також матеріали наукової конференції (неперіодичний збірник підсумків конференції, доповідей, рекомендацій та рішень);
- препринт - наукове видання, що містить працю (або її частину) попереднього характеру, опубліковану до виходу у світ видання, в якому її має бути вміщено;
- збірники наукових праць (збірники матеріалів досліджень наукових статей, виконаних у наукових установах, закладах освіти).

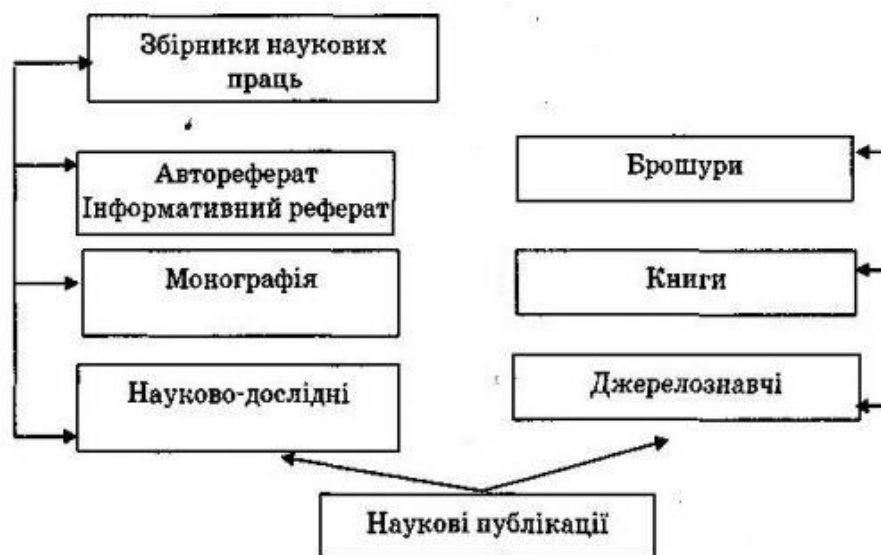


Рисунок 7.4 - Наукові публікації

До другої групи наукових видань належать: джерелознавчі видання або наукові документальні видання, які містять пам'ятки культури та історичні документи, що пройшли текстологічне опрацювання, мають коментарі, вступи, статті, допоміжні показники тощо.

Статус наукового видання потребує суворого дотримання вимог видавничого оформлення видання.

Кількісні оцінки ефективності наукової діяльності засновані на опублікованих даних і патентній інформації: це число публікацій, аналіз частоти їхньої цитованості (індекс цитування), індекс Гірша, імпакт-фактор наукового журналу, в якому роботи опубліковані, кількість отриманих вітчизняних та міжнародних грантів, стипендій, вітчизняних та іноземних премій, участь у міжнародному науковому співробітництві, складі редколегій наукових журналів.

Із перерахованих вище показників останнім часом найбільший інтерес представляють індекс цитування, індекс Гірша й імпакт-фактор. Міжнародна практика наукометричних досліджень сьогодні базується на використанні наукометричних баз даних.

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

Web of Science корпорації Thomson Reuters - найавторитетніша у світі аналітична і цитатна база даних журнальних статей. Це наукометрична база, що дозволяє здійснювати пошук серед понад 12 000 журналів і 148 000 матеріалів конференцій у галузі природничих, громадських, гуманітарних наук і мистецтва, і дає можливість отримати найбільш релевантні дані.

Scopus - бібліографічна і реферативна база даних та інструмент для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях. Індексує 18 тис. назв наукових видань з технічних, медичних та гуманітарних наук 5 тис. видавців. База даних індексує наукові журнали, матеріали конференцій і серії книжкових видань. Розробником та власником SciVerse Scopus є видавнича корпорація Elsevier. Список всіх журналів, що

входять до НМБД Scopus є на сайті SJR. Знаючи назву журналу, можна знайти його сайт і дізнатися про редакційну політику, вимоги до авторів тощо. На сайті SJR можна відфільтрувати список журналів за країнами.

Index Copernicus (IC) (Польща) – міжнародна наукометрична база даних. Цей сайт включає індексування, ранжування та реферування журналів, а також є платформою для наукової співпраці та виконання спільних наукових проектів. База даних має кілька інструментів для оцінки продуктивності, що дозволяють відслідковувати вплив наукових робіт і публікацій окремих учених або наукових установ. На додаток до оцінки продуктивності, Index Copernicus також пропонує традиційні реферування та індексування наукових публікацій.

7.5 Вимоги до основних видів наукових праць. Доповідь. Реферат. Тези наукової доповіді. Наукова стаття

Підготовка наукової *доповіді* з проблеми дослідження. Публічні виступи з доповідями виховують звичку не боятися аудиторії, вміння швидко концентрувати увагу при відповідях на питання, вести наукову дискусію. Перед виступом з доповіддю слід підготувати *короткий план викладення* і докладний конспект так, щоб на початку доповіді коротко повідомити основні питання, які будуть викладені. Під час доповіді можна користуватися записами, щоб не упустити важливе (це надає відчуття впевненості, забезпечує ясність і навіть стислість у викладі матеріалу). Однак записи не повинні бути занадто докладними, так само це ускладнює користування ними в момент доповіді.

У процесі доповіді триматися слід вільно, не концентрувати своєї уваги на окремому слухачі, а звертатися до всієї аудиторії. При підготовці доповіді необхідно попередньо її кілька разів прочитати вголос.

Перед доповіддю слід підготувати *тези*. Це стислі, коротко сформульовані основні положення доповіді, повідомлення і т.д. Вони включають виклад основних положень всієї наукової роботи від початку до кінця, а не тільки власне дослідницької частини. Тези є розгорнутими висновками, з вступною частиною яка пояснює і обґрунтовує, а також висновками. У тезах в короткій формі (одна - дві фрази) дається обґрунтування теми, характеристика історії питання, виклад методики дослідження і результати дослідження. Тези можуть бути короткими або розгорнутими, але вони завжди відрізняються від повного тексту доповіді, повідомлення, тим, що в них відсутні деталі, пояснення, ілюстрації. Окремі тези повинні бути пов'язані між собою логічно як ланки одного ланцюга. Обсяг тез - 60 ... 125 машинописних рядків.

Доповідачі в процесі доповіді часто використовують *демонстраційний матеріал і техніку*. В якості графічних матеріалів особливо часто використовуються схеми і алгоритми.

Схеми поділяються на структурні, функціональні, принципів та ін. Виконуються вони без дотримання масштабу (дійсне просторове розташування складових частин або не враховується взагалі, або враховується наближено). На схемах допускається поміщати різні технічні дані, які вказуються або близько до графічних позначень, або на вільному полі схеми (по можливості над основним написом).

Алгоритми використовуються для наочного уявлення аналітичного рішення задачі, поділу процесу на самостійні і легко перетворювані частини і для забезпечення роботи з алгоритмами. Операція, яка виконується на кожному кроці алгоритму, відображається графічним символом, всередині якого дається словесний або символічний запис.

Виступ з доповіддю - це самоперевірка, самоконтроль автора через звернення до допомоги колективного розуму. При цьому дуже корисні поради, зауваження, зроблені по доповіді. Участь у науковій дискусії вимагає від доповідача і фахівця-слухача певного вміння, якому необхідно вчитися.

План доповіді на наукову конференцію практично аналогічний плану статті. Однак специфіка усного мовлення призводить до суттєвих змін в форму та зміст. При написанні

доповіді потрібно врахувати, що істотна частка матеріалу викладена на плакатах (слайдах). На слайди зазвичай виносять: математичні постановки, метод вирішення, алгоритми, структуру системи, схеми експерименту, виявлені залежності у табличній або графічній формі і т.д.

При написанні доповіді треба враховувати, що за 10 хв людина може прочитати матеріал, що міститься на чотирьох сторінках машинописного тексту (через два інтервали), так що обсяг доповіді звичайно менше обсягу статті.

Після написання доповіді потрібно розставити по тексту номери слайдів (плакатів), на які посилаються по ходу викладу. Бажано проговорити доповідь, перевірити: укладається в регламент чи ні. Якщо заздалегідь невідомо, скільки хвилин дадуть на виступ, приготуйтеся до гіршого варіанту - 5 хв. Відзначте олівцем текст 5-хвилинного виступу.

Рекомендується така структура виступу:

- про себе і про організацію, яку представляєте;
- про що будете говорити;
- текст виступу;
- отже, я говорив про наступне ...

При такій структурі виступ залишиться в пам'яті.

Підготовка наукової *статті* з проблеми дослідження. Наукова стаття – вид наукової публікації, у якому описано кінцеві або проміжні результати проведеного дослідження, обґрунтовано способи їх отримання, а також накреслено перспективи наступних напрацювань.

Якщо робота оформляється у вигляді статті в журнал, то вона повинна бути відправлена до редакції в закінченому вигляді відповідно до вимог, які зазвичай публікуються в окремих номерах журналів в якості пам'ятки авторам. Рукопис статті, яка надається для опублікування в журналі (збірнику), повинна, як правило, містити повну назву роботи, прізвище та ініціали автора (ів), анотацію, список використаної літератури, дозвіл на опублікування матеріалів у відкритій пресі (акт експертизи).

Рукопис повинен бути підписаний автором (ами) і в додатку містити прізвище, ім'я та по батькові автора (ів), науковий ступінь автора (ів), їх телефони та адреси.

Наведемо загальні вимоги щодо оформлення статті.

Стаття повинна бути *структурована* (поділена на розділи з заголовками) і наприклад, у відповідності до вимог [Атестації кадрів вищої кваліфікації України](#) мати такі елементи:

- 1) постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- 2) аналіз останніх досліджень і публікацій, де ініційовано рішення даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;
- 3) формулювання цілей статті (постановка завдання);
- 4) виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- 5) висновки цього дослідження і перспективи подальших пошуків у даному напрямку.

Статтю звичайно супроводжують:

- 1) експертним висновком, завіреним печаткою;
- 2) рецензією із зазначенням наукового ступеня рецензента, вченого звання, посади, місця роботи, завіреною печаткою;
- 3) анотаціями українською, англійською мовами;
- 4) відомостями про авторів: прізвище, ім'я, по батькові, рік народження, науковий ступінь і вчене звання, посада, місце роботи (заклад вищої освіти, кафедра), напрям наукової діяльності, електронна адреса, номер телефону;

5) електронний варіант матеріалів.

Обсяг статті з рисунками, таблицями, списком літератури, анотаціями - зазвичай до 10 повних сторінок.

За науковий зміст викладеного матеріалу і термінологію відповідають автори.

Назва статті має бути максимально стислою (до 10 слів).

Абревіатуру розшифровують в тексті статті, починаючи з місця, де вона вперше зустрічається. У списку літератури, який подається в порядку посилання або за алфавітом, обов'язково вказують авторів, повну назву видання, місто видання, видавництво, том (номер, випуск), рік видання, загальна кількість сторінок, для статей початкову і кінцеву сторінки.

Бібліографічні записи повинні бути пронумеровані і мати посилання на джерела в тексті статті в квадратних дужках або за вимогами редакції. Посилання на неопубліковані роботи не допускаються. До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без узгодження з автором. Вимоги до шрифту, міжрядкового інтервалу, відступів, оформлення формул і т.д. зазвичай публікуються в окремих номерах журналів в якості пам'ятки авторам.

7.6 Випускна кваліфікаційна магістерська робота.

Метою виконання магістерського дослідження є розв'язання комплексу наукових та прикладних завдань відповідно до узагальненого об'єкту діяльності на основі застосування системи теоретичних знань і практичних навичок для вирішення конкретних завдань щодо вдосконалення процесів льотної експлуатації повітряних суден, професійної підготовки авіафахівців, управлінських процесів в роботі авіапідприємств задля забезпечення безпеки польотів, ініціювання до впровадження інновацій в дані процеси.

Кваліфікаційна робота освітнього ступеня «магістр» є підсумковим етапом навчання для здобувачів, що отримують вищу освіту згідно з навчальним планом магістерської підготовки. Кваліфікаційна робота передбачає проведення аналізу та теоретичної розробки (моделювання та дослідження процесів і об'єктів) актуальних питань, проблем у відповідній галузі знань. Кваліфікаційна робота повинна мати характер прикладного наукового дослідження об'єкта діяльності. В зв'язку з цим її зміст повинен бути орієнтований на виконання певного обсягу наукових досліджень у відповідному напрямку підготовки.

Кваліфікаційна магістерська робота, що виконується за практичним профілем підготовки, має бути результатом інноваційного вирішення поставленого прикладного завдання на підставі відомих теорій і методів.

Наукові дослідження повинні передбачати:

а) систематизацію і поглиблення теоретичних та практичних знань, формування навичок практичного використання цих знань при вирішенні конкретних наукових та науково-технічних задач;

б) оволодіння методикою теоретичних, експериментальних та науково-практичних досліджень;

в) розвиток навичок самостійної науково-дослідної роботи;

г) набуття досвіду:

- систематизованого аналізу результатів досліджень, які отримані впродовж роботи над проблемою;

- формулювання нових висновків і положень;

- публічного захисту отриманих результатів.

Кваліфікаційна (магістерська) робота має засвідчити рівень професійної підготовки випускника, а саме:

- вміння застосовувати здобуті у закладі вищої освіти знання для розв'язання складних науково-практичних завдань;

- свідоме засвоєння знань та їх систематизацію;

- наявність навичок наукової роботи;
- здатність критично й креативно мислити та вміння аргументувати власну точку зору.

Результати проведених досліджень до захисту кваліфікаційної магістерської роботи повинні бути опубліковані у науково-технічних виданнях або пройти апробацію на науково-технічних конференціях.

Основні категорії та поняття. Систематизація, наукова новизна досліджень, узагальнення, практичні рекомендації, наукова публікація.

Запитання для перевірки знань:

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

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.

8.1 Загальні положення щодо кваліфікаційних магістерських робіт.

Кваліфікаційна робота може виконуватися на завершальному етапі навчання на магістерському рівні вищої освіти і передбачає систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових та професійних завдань; розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних з темою роботи.

Порядок захисту кваліфікаційних робіт здійснюється відповідно до Положення про екзаменаційну комісію з проведення атестації здобувачів ВО Льотної академії Національного авіаційного університету. Кваліфікаційні роботи зберігаються в бібліотеці академії протягом п'яти років, потім списуються в установленому порядку.

Кваліфікаційна магістерська робота є кваліфікаційною навчально-дослідницькою роботою здобувача ВО, яка містить актуальні науково обґрунтовані теоретичні або експериментальні результати та наукові положення і свідчить про спроможність здобувача ВО самостійно проводити наукові дослідження в обраній галузі знань.

Кваліфікаційна магістерська робота виконується державною мовою, або мовою, що вивчається відповідно до напрямку підготовки (спеціальності), індивідуально кожним здобувачем без граматичних та стилістичних помилок і повинна містити титульний аркуш, анотацію, зміст, перелік умовних скорочень (за необхідності), вступ, основну частину, загальні висновки, додатки (за необхідності), список використаних джерел.

У кваліфікаційній магістерській роботі необхідно стисло, логічно, точно, послідовно і аргументовано викладати зміст і отримані результати досліджень, уникати загальних і бездоказових тверджень, повторень, обов'язково посилатися на праці авторів і джерела, з яких запозичені матеріали або окремі результати. У разі відсутності таких посилань кваліфікаційна магістерська робота знімається з розгляду без права повторного захисту. За всі відомості, фактичний матеріал, поданий у кваліфікаційній магістерській роботі, обґрунтованість і достовірність висновків і положень, що в ній захищаються, відповідальність несе безпосередньо здобувач ВО. Відповідальність за виявлення академічного плагіату у випускних кваліфікаційних роботах здобувачів ВО несуть: здобувач ВО - автор роботи, керівник випускної кваліфікаційної роботи та завідувач випускової кафедри.

Оформлену відповідно до вимог роботу на здобуття освітнього ступеня «Магістр» разом із іншими документами (рецензія, відгук наукового керівника та ін.) подають до деканату факультету 1 примірник у вигляді спеціально підготовленого рукопису у твердій обкладинці до її захисту.

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.

Тематика кваліфікаційних робіт, критерії їх оцінювання розробляються і

затверджуються відповідною випусковою кафедрою. Тема кваліфікаційної магістерської роботи повинна відповідати обраному напрямку підготовки (спеціальності), навчально-виробничим інтересам, здібностям здобувача ВО і бути схваленою випусковою кафедрою, вченою радою факультету та затвердженою наказом начальника академії разом з прізвищем наукового керівника.

Тема повинна бути, по можливості, короткою, відповідати обраній спеціальності та суті вирішеної наукової проблеми (завдання), вказувати на мету магістерського дослідження і його завершеність.

Науковим керівником кваліфікаційної магістерської роботи призначають провідного фахівця у певній галузі знань (що має науковий ступінь або вчене звання), який у межах виділених навчальних годин систематично консультує здобувача, перевіряє роботу, допомагає у підготовці до захисту та надає письмовий відгук.

Виконання кваліфікаційної магістерської роботи проводиться за індивідуальним планом, схваленим відповідною випусковою кафедрою. Плани кваліфікаційних магістерських робіт розглядаються на засіданнях випускових кафедр, і затверджуються.

Здобувач ВО повинен погодити з науковим керівником індивідуальний план виконання кваліфікаційної магістерської роботи, неухильно його дотримуватись, самостійно опрацювати та систематизувати бібліографічні джерела з досліджуваної проблеми; організувати та виконати експериментальну частину роботи, чітко дотримуватись авторського права, звітувати про хід виконання роботи на випусковій кафедрі, опублікувати мінімум дві наукові тези за темою роботи, своєчасно подати на розгляд кафедри якісно оформлену кваліфікаційну магістерську роботу.

Індивідуальний план підготовки кваліфікаційної магістерської роботи погоджується з науковим керівником і затверджується на відповідній кафедрі і включає прізвище виконавця, тему роботи (дату і номер протоколу її затвердження), дату затвердження індивідуального плану, термін подання здобувачем кваліфікаційної магістерської роботи на кафедру, завдання по виконанню кваліфікаційної магістерської роботи (аналіз спеціальної та науково-методичної літератури, написання розділів, загальне редагування тексту роботи тощо), звітність з роботи (терміни попереднього захисту, виступу на науковій конференції, подання остаточного варіанту роботи).

Попередній захист кваліфікаційної магістерської роботи відбувається на засіданні випускової кафедри не пізніше ніж за два тижня до початку захисту, за результатами якого вирішується питання про допуск здобувача ВО до захисту наукової роботи перед ЕК і призначається один рецензент (відповідно до фаху).

Для рецензування кваліфікаційної магістерської роботи залучаються провідні фахівці – викладачі кафедр факультетів, або інших навчальних закладів, наукових установ тощо (що мають науковий ступінь або вчене звання) або досвідчені фахівці у певній галузі виробництва/господарства, державні чиновники високого рангу, які після детального аналізу магістерської роботи не пізніше ніж за 10 днів до захисту надають письмову рецензію, завірену в установленому порядку.

8.2 Загальні вимоги, структура кваліфікаційної магістерської роботи та вимоги до її складників, вимоги до змісту та обсягу.

Зміст кваліфікаційної роботи:

- формулювання мети роботи, наукової, науково-технічної задачі;
- аналіз стану вирішення проблеми за матеріалами вітчизняних і зарубіжних публікацій, патентно-інформаційних досліджень з метою визначення технічного рівня, обґрунтування теми дослідження;
- аналіз методів досліджень, що застосовуються під час вирішення науково-дослідного завдання, розробку методики дослідження, апаратного забезпечення;
- науковий аналіз і узагальнення фактичного матеріалу, що використовується в процесі дослідження;

- отримання нових результатів, що мають теоретичне, прикладне або науково-методичне значення;
- апробація отриманих результатів і висновків у вигляді патентів (заявок на патенти), доповідей на наукових конференціях або підготовлених публікацій в наукових журналах і збірниках;
- узагальнення результатів дослідження з висновками та рекомендаціями.

Кваліфікаційну роботу оцінюють відповідно до умінь здобувача ВО:

- формулювати мету і завдання дослідження;
- складати план дослідження;
- вести бібліографічний пошук із застосуванням сучасних інформаційних технологій;
- використовувати сучасні методи наукового дослідження;
- обробляти отримані дані, аналізувати і синтезувати їх на базі відомих літературних джерел;
- оформляти результати досліджень відповідно до сучасних вимог, у вигляді звітів, рефератів, статей.

Структура вступу.

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?

Мета і завдання дослідження. Формулюється мета роботи і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Не слід формулювати мету як «Дослідження ...», «Вивчення ...», оскільки ці слова вказують на засіб досягнення мети, а не на саму мету.

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.

Формулювання *теоретичної основи* дослідження зазвичай носить стандартний характер і зводиться до твердження, що таку основу склали наукові праці вітчизняних і зарубіжних авторів в області тих галузей і напрямків науки, до яких відноситься тема дослідження.

Методи досліджень. Подають перелік використаних методів дослідження для досягнення поставленої в роботі мети. Перераховувати їх треба не відірвано від змісту роботи, а коротко та змістовно визначаючи, що саме досліджувалось тим чи іншим методом. Це дасть змогу пересвідчитися в логічності та прийнятності вибору саме цих методів.

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).

При формулюванні наукової новизни слід використовувати такі вирази: «вперше здійснено комплексне ...», «науково узагальнено та систематизовано ...», «розроблено модель (або методику) ...», «досліджено специфічні зв'язки ...», «визначено причинно-наслідкові зв'язки, фактори впливу ...». Використовуючи наведені вирази, слід конкретизувати особистий внесок автора з відповідними поясненнями. У жодному випадку не можна вдаватися до викладу наукового положення у вигляді анотації, коли

просто констатують, що в роботі зроблено, а в сутності наукової новизни виявити неможливо.

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.

Апробація результатів наукової роботи. Вказується, на яких наукових конференціях, симпозіумах, нарадах доповідали результати дослідження, викладених в роботі.

Публікації. Вказують, у скількох монографіях, статтях у наукових журналах, збірниках наукових праць, матеріалах і тезах конференцій, авторських свідоцтвах опубліковані результати дослідження.

Кваліфікаційна магістерська робота включає:

- титульний аркуш;
- завдання на кваліфікаційну (магістерську) роботу;
- копію довідки про результати перевірки кваліфікаційної (магістерської) роботи на наявність чи відсутність в ній факту плагіату;
- довідку про успішність, висновок наукового керівника та висновок випускової кафедри щодо допуску кваліфікаційної (магістерської) роботи до захисту;
- відгук рецензента;
- анотації;
- зміст;
- перелік умовних скорочень (за необхідності);
- вступ;
- основну частину;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

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.

Рецензування та консультування кваліфікаційних робіт доручають висококваліфікованим фахівцям (викладачам і науковцям) академії, провідним спеціалістам виробничих, наукових і проектних організацій. Склад рецензентів та консультантів затверджується розпорядженням декана відповідного факультету. Рецензія повинна мати оцінку кваліфікаційної роботи за прийнятою шкалою оцінки знань.

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. У кінці рецензії наводиться загальна оцінка роботи, яку рекомендує рецензент за чотирибальною шкалою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

Титульний аркуш заповнюється відповідно до загальних вимог ЛА НАУ. Він не нумерується і розташовується відразу за твердою обкладинкою папки, в яку

переплітається робота.

Анотації виконуються українською та англійською мовами. В анотаціях дається стисле викладення основних результатів, одержаних при виконанні дослідження. Обсяг анотації не повинен перевищувати одного аркуша.

Вступ (7% від загального обсягу) – актуальність, ціль дослідження, задачі дослідження, об'єкт, предмет, методи дослідження, новизна, практична значимість, апробація, публікації – до 5 стор.

Розділи (90% від загального обсягу):

1. Аналіз існуючого рішення (системи) - до 25 стор .

(аналіз статистичних даних проблеми, постановка задач дослідження, огляд науково-технічної і патентної інформації, призначення та область застосування розв'язку проблеми, що розробляється (модель, методика, метод та ін.))

Вивчення наукової літератури дозволяє:

- з'ясувати досягнення науки;
- визначити основні тенденції в поглядах фахівців на проблему, з огляду на те, що вже досягнуто в науці;
- визначити актуальність і рівень вивченості проблеми;
- допомагає вибрати напрямок, аспекти дослідження;
- забезпечує достовірність висновків і результатів науковця, зв'язок його концепції із загальним розвитком науки.

2. Методи досліджень та аналіз обраних рішень - до 25 стор.

(огляд існуючих рішень та обґрунтування методів прийнятого принципу побудови системи, що розробляється, опис та обґрунтування обраних рішень; розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність системи, що розробляється)

3. Науково-дослідний розділ (теоретичні та експериментальні дослідження) - до 25 стор;

Висновки (3% від загального обсягу);

Список використаних джерел;

Додатки (при необхідності).

Презентація кваліфікаційної роботи (графічна частина) повинна відповідати змісту кваліфікаційної роботи, відображати основні результати, що отримані в кваліфікаційній роботі (по кожній науковій задачі).

8.3 Правила оформлення кваліфікаційної магістерської роботи.

ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ

містить найменування випускової кафедри, факультету, закладу вищої освіти та міністерства, якому він підпорядковується; прізвище, ім'я та по-батькові здобувача ВО, спеціальність, освітньо-професійну програму; тему кваліфікаційної (магістерської) роботи, прізвище, науковий ступінь / вчене звання наукового керівника; місто і рік захисту. Завершену і оформлену належним чином кваліфікаційну (магістерську) роботу обов'язково підписують науковий керівник, завідувач випускової кафедри на титульній сторінці. Після проведення захисту голова ЕК на титульному аркуші кваліфікаційної (магістерської) роботи фіксує оцінку за її захист та ставить підпис.

АНОТАЦІЯ (українська, англійська) - узагальнений короткий виклад основного змісту кваліфікаційної (магістерської) роботи, подається для ознайомлення з її змістом та результатами державною та англійською мовами відповідно до встановленого зразка (додаток Е). В анотації також вказуються:

- прізвище та ініціали здобувача ВО;
- назва кваліфікаційної (магістерської) роботи;
- спеціальність (шифр і назва);
- прізвище та ініціали наукового керівника;
- місто, рік. Наприкінці анотації наводяться ключові слова відповідною мовою.

Сукупність ключових слів повинна відповідати основному змісту магістерського

дослідження, відображати його тематику і забезпечувати тематичний пошук роботи. Кількість ключових слів становить від п'яти до десяти. Ключові слова подають у називному відмінку, друкують в рядок через кому. Обсяг анотації не повинен перевищувати однієї сторінки.

ЗМІСТ

містить найменування та номери початкових сторінок переліку умовних скорочень, вступу, всіх розділів та підрозділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Заголовки змісту мають точно повторювати заголовки в текстовій частині. Скорочувати або давати їх за іншою редакцією, ніж заголовки у тексті, не можна.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Якщо в кваліфікаційній (магістерській) роботі вжита специфічна термінологія або маловідомі скорочення, нові символи, позначення тощо, то їх перелік слід подати у вигляді окремого списку, який розміщують перед вступом.

ВСТУП:

- актуальність теми, - мета, - задачі, - об'єкт, - предмет, - теоретичні основи, - методи дослідження, - наукова новизна, - практична значимість, - апробація, - публікації

РОЗДІЛ 1 Пишеться посередині. Під цим пишеться посередині назва розділу, все **ВЕЛИКИМИ ЛІТЕРАМИ**

РОЗДІЛ 1

НАЗВА ВЕЛИКИМИ ЛІТЕРАМИ

РОЗДІЛ 2 - //

РОЗДІЛ 3 - //

ВИСНОВКИ Кількість висновків дорівнює кількості наукових завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ (не менше 50 джерел)

ДОДАТКИ (при наявності та необхідності).

Поля: ліве –30 мм, праве –15 мм, верхнє і нижнє – 20 мм.

Абзац: 1,25 см

міжрядковий -1,5

Шрифт: Times New Roman 14. Шрифт має бути чітким, чорного кольору, з однаковою щільністю тексту.

При посиланні на джерела, включені у бібліографію за текстом, після згадування про них у квадратних дужках вказують номер, під яким вони зазначені у списку використаних джерел, наприклад, [13] або [15, с. 9]. Якщо ж посилаються на кілька джерел, між ними ставиться крапка з комою, наприклад, [6; 12] або [1-7].

При посиланні на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери (зокрема: «у розділі 2», «відповідно до 2.3.4», «рис. 1.3.», «за формулою (3.1)», «у рівнянні (1.12)», «у додатку Б», «у табл.1.2»). У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації потрібно вказувати скорочено слово «дивись» (див.).

Оформлення списків (маркірованих, нумерованих):

Якщо збираєтеся перераховувати через двокрапку, то:

- ставиться риска і пишеться з малої літери, а в кінці ставиться крапка з комою;
- знову з маленької літери, і коли закінчується список, то ставимо в кінці крапку.

Якщо список починається з цифри, то:

1. З великої літери і в кінці крапка.
2. Знову з великої літери і в кінці крапка.

ТАБЛИЦЯ

Слово «таблиця» пишеться справа курсивом, а нижче посередині жирним - назву таблиці. Точка в кінці не ставиться. Наприклад, таблиця в 1 розділі:

Таблиця 1.1

Назва таблиці (напівжирним)

РИСУНОК

Підпис під рисунком: після номера і назви рисунка в кінці не ставиться крапка.

Назва пишеться посередині і відразу ж після Рис.1.1 Назва рисунка



Рис.8.1 Назва рисунка

У назвах підрозділів теж не ставиться крапка в кінці:

1.2 Назва підрозділу напівжирним і по ширині, як і весь текст

потім ENTER

Текст текст текст...

Нумерація сторінок роботи вгорі праворуч 14 шрифт

ФОРМУЛИ в роботі (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери формул пишуть біля правого поля аркуша на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу).

ДОДАТКИ оформлюють як продовження магістерської роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку посилань на них у тексті роботи. Кожен додаток починається з нової сторінки. Він повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично до тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово «Додаток ____» і велика літера, що позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, О, Ч, Ь, наприклад: додаток А.

Для кращого розуміння та пояснення кваліфікаційної (магістерської) роботи до неї включають Додатки (при необхідності), які носять допоміжний характер і на обсяг роботи не впливають. Додатки мають містити проміжні розрахунки, витяги зі звітних матеріалів, методики, акти, опис алгоритмів і програм, розрахунки різних практичних методів аналізу, інформаційні матеріали, що становлять базу аналітичних досліджень згідно з обраною темою: статут підприємства; положення про функціональні підрозділи; посадові інструкції фахівців; штатний розпис; форми статистичної та бухгалтерської звітності; договори з партнерами; рекламні матеріали; організаційно-розпорядчі документи: накази, розпорядження, інструкції тощо.

Додатки потрібні для того, щоб звільнити основну частину роботи від великої кількості допоміжного матеріалу, а також для обґрунтування міркувань і висновків здобувача ВО.

Вимоги до оформлення бібліографічного опису у списку джерел кваліфікаційної магістерської роботи.

Список використаних джерел оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2915. Деякі приклади оформлення наведено на рис. 8.2.

**Приклади оформлення списку використаних джерел,
відповідно до ДСТУ 8302:2015**

КНИГИ	
<i>Приклади</i>	<i>Однотомні видання</i>
один автор	Битяк Ю. П. Державна служба в Україні: організаційно-правові засади: монографія. Харків: Право, 2005. 304 с. Краснова М. В. Договори в екологічному праві України: навч. посіб. / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Алерта, 2012. 216 с.
два автори	Васильєв С. В., Ніколенко Л. М. Доказування та докази у господарському процесі України: монографія. Харків: Еспада, 2004. 192 с. Каткова Т. В., Каткова А. Г. Закінчення досудового слідства у кримінальних справах: практ. посіб. Харків: Право, 2011. 136 с.
тези, доповідь	Боднар Т. В. Договір про закупівлю: особливості укладання і забезпечення. <i>Актуальні проблеми приватного права: договір як правова форма регулювання приватних відносин</i>: матеріали наук.-практ. конф., присвяч. 95-й річниці з дня народж. В. П. Маслова (Харків, 17 лют. 2017 р.). Харків: Право, 2017. С. 7–9.

Рисунок 8.2 – Деякі приклади оформлення списку використаних джерел

8.4 Порядок захисту. Критерії оцінювання кваліфікаційної магістерської роботи

Порядок організації захисту кваліфікаційних (магістерських) робіт визначаються випусковою кафедрою згідно з [«Положенням про організацію освітнього процесу в ЛАНАУ»](#), [«Положенням про екзаменаційну комісію](#) з проведення атестації здобувачів вищої освіти ЛАНАУ» і відбувається на засіданні екзаменаційної комісії відповідно до списків здобувачів, допущених до захисту, оприлюднених не пізніше як за 5 днів до дати захисту.

Дата захисту визначається графіком навчального процесу і засідань екзаменаційних комісій, що затверджується начальником академії, і доводиться секретарем ЕК до відома голови, членів ЕК, здобувачів ВО.

До екзаменаційної комісії перед початком захисту кваліфікаційних магістерських робіт подаються такі документи: зведена відомість про виконання навчального плану здобувачами і про отримані ними оцінки, кваліфікаційна магістерська робота з відгуком наукового керівника та рецензією фахівця відповідної кваліфікації, заповненим завданням на кваліфікаційну роботу, сторінкою з результатами перевірки на плагіат; залікові книжки здобувачів. Можуть бути представлені інші матеріали, що характеризують наукову і практичну цінність виконаної магістерської роботи (друковані статті за темою роботи, документи, що вказують на практичне її застосування тощо)

Проведення засідання ЕК при захисті кваліфікаційної роботи включає:

- оголошення секретарем ЕК прізвища, імені та по батькові здобувача ВО, теми його роботи;
- оголошення здобутків здобувача ВО (наукових, творчих, рекомендацій випускової кафедри);
- доповідь здобувача ВО (до 15-ти хвилин) у довільній формі про сутність роботи, основні технічні (наукові) рішення, отримані результати та ступінь виконання завдання. Виступ має бути стислим, конкретним, здобувач ВО має розкрити актуальність теми, об'єкт і предмет дослідження, мету та завдання, методи дослідження, структуру роботи, основні положення змісту, отримані результати дослідження, висновки роботи. Здобувач ВО має відзначити, які його розробки та висновки впроваджені або намічені до впровадження; де, на його думку, потрібно, застосувати результати дослідження. У доповіді необхідно наголошувати, що саме є самостійним доробком здобувача. При цьому можуть використовуватися різні форми візуалізації доповіді: обов'язковий графічний матеріал роботи, визначений завданням на кваліфікаційну роботу, слайди, мультимедійні

проектори, аудіо -, відеоапаратура тощо;

- демонстрацію експерименту; залежно від часу, який необхідний для демонстрації експерименту в повному обсязі, або можливості розміщення експериментального обладнання, макетів, зразків тощо демонстрація може проводитися або безпосередньо на засіданні ЕК або напередодні захисту в лабораторії, де знаходиться експериментальний зразок, у присутності членів ЕК, яким головою ЕК доручено ознайомлення з експериментальною частиною роботи;

- відповіді на запитання членів ЕК, які можуть стосуватися як теми виконаної роботи, так і носити загальний характер - у межах дисциплін напряму підготовки (спеціальності) й освітньої програми, які були опановані випускником в академії;

- оголошення секретарем ЕК відгуку керівника або виступ керівника зі стислою характеристикою роботи випускника в процесі підготовки роботи;

- оголошення секретарем ЕК рецензії на роботу;

- відповіді здобувача ВО на зауваження керівника роботи та рецензента;

- оголошення голови ЕК про закінчення захисту.

Захист комплексної кваліфікаційної роботи декількома здобувачами ВО планується і проводиться на одному засіданні ЕК, причому здобувачу ВО, який захищається першим, доручається доповісти як про загальну частину роботи, так і про індивідуальну частину зі збільшенням (за необхідності) часу на доповідь.

Усі здобувачі ВО, які виконували комплексну кваліфікаційну роботу, повинні бути повною мірою обізнані із загальною частиною роботи і готові до запитань членів ЕК не тільки з індивідуальної, а й із загальної частини роботи.

Рішення ЕК про оцінку результатів захисту кваліфікаційних робіт приймається на закритому засіданні ЕК відкритим голосуванням звичайною більшістю голосів членів ЕК, які брали участь в її засіданні. При однаковій кількості голосів голова ЕК має вирішальний голос. Оцінки виставляє кожен член ЕК, а голова підсумовує їх результати по кожному здобувачу ВО.

Критерії оцінювання магістерської роботи

Критерії оцінювання компетентностей під час захисту кваліфікаційних (магістерських) робіт визначаються випусковою кафедрою.

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

У процесі визначення оцінки враховується: змістові аспекти роботи (актуальність, реальні практичні рекомендації, ступінь самостійності, якість оформлення тощо), якість захисту роботи (уміння стисло та чітко викласти результати дослідження, захищати свої думки, погляди, загальний рівень підготовки здобувача та презентації), результати перевірки на плагіат. Екзаменаційна комісія приймає мотивоване рішення про оцінку кожному здобувачу ВО окремо.

При оцінюванні магістерської роботи ЕК бере до уваги такі чинники:

- актуальність обраної теми;
- чіткість формулювання наукового апарату дослідження;
- логічність структури роботи та її відповідність темі;
- системність і глибина теоретичного аналізу проблеми;
- наявність огляду наукових джерел з конкретної проблематики;
- достовірність та обґрунтованість висновків;
- відповідність вимогам щодо оформлення роботи;
- змістовність доповіді здобувача ВО про основні результати дослідження;
- правильність, чіткість, аргументованість відповідей на запитання членів ЕК;
- зауваження й рекомендації рецензента, наукового керівника кваліфікаційної магістерської роботи;
- наявність публікацій з результатів дослідження (як мінімум 2 тези наукових конференцій);

- рекомендації після перевірки на плагіат кваліфікаційної роботи.

Результати захисту кваліфікаційної роботи оцінюються за 100-бальною шкалою, за шкалою ECTS (A, B, C, D, E, FX, F) та національною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно» і «незадовільно») згідно з таблицею 8.1.

Таблиця 8.1 – Шкали оцінювання

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
68-74	D	задовільно
60-67	E	
35-59	FX	незадовільно
1-34	F	

Повторний захист роботи з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Якщо захист кваліфікаційної роботи здобувача ВО не відповідає вимогам рівня атестації, ЕК ухвалює рішення про те, що здобувач ВО не пройшов атестацію і у протоколі засідання комісії йому проставляється оцінка «незадовільно» (0-59 балів). У випадку, якщо здобувач ВО не з'явився на засідання ЕК для захисту кваліфікаційної роботи, у протоколі зазначається, що він є неатестованим у зв'язку з неявкою на засідання. Якщо здобувач ВО не з'явився на засідання ЕК з поважної причини, що підтверджується відповідними документами, йому може бути встановлена інша дата захисту кваліфікаційної роботи у період роботи ЕК.

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

Запитання для перевірки знань:

1. Охарактеризуйте загальні вимоги до кваліфікаційних магістерських робіт.
2. Визначте організаційні етапи виконання магістерської кваліфікаційної 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. Вихлюк 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_organosvit2021.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. Методологія наукових досліджень. Методичні рекомендації до практичних занять. Кропивницький ЛА НАУ, 2022. 36 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. Вожинський 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-kadriv-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/>