

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АВТОРСЬКОГО ПРАВА

Методичні вказівки для проведення практичних занять для здобувачів
вищої освіти другого (магістерського) рівня денної та заочної форм
здобуття освіти за спеціальністю 174
«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(освітня програма «Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології»)

Електронний ресурс

Рецензенти :

В. І. Чобіток – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри маркетингу та торговельного підприємництва ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»;

Р. М. Тріщ – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри мехатроніки та електротехніки факультету систем управління літальних апаратів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 9 від 25 червня 2026 року)*

О-72 **Основи** наукових досліджень та авторського права : метод. вказ. для проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти за спец. 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» (освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології») [Електронний ресурс] / уклад. Н. С. Антоненко, О. О. Прокопенко, С. О. Поволоцька. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2026. – (PDF 97 с.)

Методичні вказівки для проведення практичних занять спрямовані на формування у здобувачів представлень про науку як систему знань, чіткої системи теоретичних знань про сучасні методи дослідження об'єктів автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки та формування практичних вмінь, необхідних для проведення досліджень.

Наведені найважливіші відомості, необхідні для виконання завдань, розглянуті порядок та методика проведення робіт.

Призначено для здобувачів, що навчаються за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

УДК 621.3.01(075.7)

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2026

© Антоненко Н. С., Прокопенко О. О., Поволоцька С. О., уклад., 2026

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	6
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1	
Тема: НАУКОВА ЗАДАЧА І НАУКОВА ПРОБЛЕМА	7
1.1. Ціль заняття.....	7
1.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	7
1.3. Індивідуальне завдання.....	7
1.4. Методичні рекомендації	7
1.5. Контрольні питання	8
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2	
Тема: ПУБЛІКАЦІЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	11
2.1. Ціль заняття.....	11
2.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	11
2.3. Індивідуальне завдання.....	11
2.4. Методичні рекомендації	11
2.5. Контрольні питання	21
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3	
Тема: ПУБЛІКАЦІЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	23
3.1. Ціль заняття.....	23
3.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	23
3.3. Індивідуальне завдання.....	23
3.4. Методичні рекомендації	24
3.5. Контрольні питання	29
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4	
Тема: МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	32
4.1. Ціль заняття.....	32
4.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	32
4.3. Індивідуальне завдання.....	33
4.4. Методичні рекомендації	33
4.5. Контрольні питання	33
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5	
Тема: МЕТОДИ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
5.1. Ціль заняття.....	35
5.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	35
5.3. Індивідуальне завдання.....	35

5.4. Методичні рекомендації	35
5.5. Контрольні питання	38
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6	
Тема: НАУКОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ	39
6.1. Ціль заняття.....	39
6.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:	39
6.3. Індивідуальне завдання.....	39
6.4. Методичні рекомендації	39
6.5. Контрольні питання	46
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7	
Тема: ПЕРВИННА ОБРОБКА ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ	47
7.1 Ціль заняття.....	47
7.2 Основні теоретичні відомості	47
7.3 Завдання на практичне заняття	52
7.4 Методичні рекомендації	54
7.4.1 Створення файлу даних	54
7.4.2 Побудова варіаційного ряду.....	55
7.4.3 Групування даних.....	55
7.4.4 Числові (точкові) характеристики вибірки.....	56
7.4.5 Інтервальне оцінювання	57
7.5 Контрольні питання	58
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8	
59	
Тема: ПЕРЕВІРКА СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ	59
8.1 Ціль заняття.....	59
8.2. Основні теоретичні відомості	59
8.2.1 Перевірка параметричних гіпотез.....	60
8.2.2 Перевірка непараметричних гіпотез.....	62
8.3 Завдання на практичне заняття	67
8.4 Методичні рекомендації	68
8.4.1 Перевірка параметричних гіпотез.....	68
8.4.2 Аналіз результатів	71
8.4.3 Перевірка непараметричних гіпотез.....	72
8.5 Контрольні питання	76
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №9	
Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОТУРБІННОГО	
ДВИГУНА МЕТОДАМИ ВІБРОДІАГНОСТИКИ	78

9.1 Ціль заняття.....	78
9.2 Основні теоретичні відомості	78
9.2.1 Опис об'єкта дослідження.....	79
9.2.2 Метод дослідження	80
9.2.3 Потужність ГТД.....	81
9.2.4 Вібраційні портрети різних дефектів	82
9.2.5 Коефіцієнти кореляції дефектам.....	83
9.3 Завдання на практичне заняття	83
9.4 Порядок виконання завдання	84
9.5 Методичні рекомендації	85
9.6 Контрольні питання	88
ЛІТЕРАТУРА	93
Додаток А – Зразок оформлення звіту	90

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Навчальним планом підготовки магістрів спеціальності 015.14 Професійна освіта. (Нафтогазова справа) передбачено проведення практичних занять при вивченні дисципліни «Сучасні методи наукових досліджень в нафтогазовій галузі». Практичні заняття першого змістового модулю організовані у виді обговорення докладів, повідомлень і результатів виконання самостійних робіт студентів. Орієнтовна тривалість одного доповіді (повідомлення) від 5 до 15 хвилин. Практичні заняття другого змістового модулю мають надати студентами навички самостійного проведення наукових досліджень і обробки результатів експериментів.

Підготовку до практичних занять студенти здійснюють під час самостійної роботи. Темати докладів, повідомлень і завдань на самостійну роботу є питання, які раніше були розглянуті із викладачем на лекції та пророблені студентами у ході самостійної роботи.

Доклади оформлюють відповідно до вимог, що висуваються до оформлення результатів наукових досліджень [4], [8], [18].

З метою формування умінь оволодіння методами та методикою наукового пошуку, раціонального планування та організації науково-пошукової роботи, навичок проведення науково-дослідної роботи майбутнім магістрам рекомендовано відповісти на контрольні запитання до кожного заняття.

Звіти про відпрацьовані практичні заняття студенти передають у систему дистанційної освіти або викладачу, що проводить практичні заняття. Виконання практичних робіт є обов'язковою умовою для допуску студентів до складання іспиту з дисципліни «Сучасні методи наукових досліджень в нафтогазовій галузі».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема: НАУКОВА ЗАДАЧА І НАУКОВА ПРОБЛЕМА

1.1. Ціль заняття

Ознайомити студентів з поняттями «наукова задача» і «наукова проблема».

Сформувати у студентів уміння формулювати наукову задачу (проблему) дослідження.

1.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

- 1.2.1. Поняття «наукова задача» і «наукова проблема».
- 1.2.2. Чисто прагматична, чисто наукова та науково-прагматична задачі дослідження.
- 1.2.3. Рівні наукових задач (проблем) дослідження.
- 1.2.4. Строга і нестрога постановки наукової задачі (проблеми) дослідження.

1.3. Індивідуальне завдання

- 1. Сформулювати об'єкт і предмет наукового дослідження.
- 2. Сформулювати мету наукового дослідження.
- 3. Сформулювати наукову задачу: чисто прагматичну, чисто наукову і науково-прагматичну.
- 4. Сформулювати наукову задачу в загальному виді.
- 5. Навести строгу і нестрогу постановку наукової задачі.

1.4. Методичні рекомендації

При підготовці до практичного заняття студентам необхідно усвідомити, що Поняття "задача" має самі різні тлумачення. Найбільш близьким по змісту до поняття "наукова задача" є наступне визначення: *задача* - "те, що дане, запропоноване для виконання, розв'язання; те, що вимагає виконання, розв'язання". Структура задачі, що розглядається в приведеному визначенні, буде покладена в основу визначень понять "наукова задача" і "наукова проблема" на практичному занятті.

Теоретичний матеріал, який використовується для виконання практичного заняття, розглядається на лекціях:

Тема 5: Наукове дослідження;

Тема 6: Наукова задача і наукова проблема.

Індивідуальні завдання, наведені в п. 1.4 студенти виконують для теми свого магістерського або іншого наукового дослідження.

1.5. Контрольні питання

1. Перелічіть відмітні ознаки наукового дослідження.
2. Що виступає об'єктом науково-теоретичного дослідження?
3. Які засоби науково-теоретичного дослідження Вам відомі?
4. Яке значення має поняття «методологія»?
5. Назвіть основну функцію методу наукового дослідження.
6. Яким є головне призначення методу наукового дослідження?
7. Як формувалась методологія?
8. В чому суть поняття «логічне дослідження науки»?
9. Що виступає необхідною передумовою методу?
10. Чим обумовлена сила того чи іншого методу?
11. В чому є відмінність теорії від методу?
12. В яких значеннях вживають в науці поняття «предмет пізнання»?
13. Які групи методів можна виділити в залежності від ролі і місця в процесі наукового пізнання?
14. Що є критерієм для відмінності методів природознавства та методів соціально-гуманітарних наук?
15. Якими ознаками найчастіше характеризують науковий метод?
16. На які групи можна розділити всі методи наукового пізнання?
17. Дайте характеристику філософським методам наукового пізнання.
18. Які поняття відносять до загальнонаукових?
19. Базою для чого служать загальнонаукові поняття і концепції?
20. Які принципи і підходи відносять до загальнонаукових?
21. Які методи відносять до окремо наукових?
22. Які методи відносять до дисциплінарних?
23. Які методи відносять до методів міждисциплінарного дослідження?
24. Охарактеризуйте методологію як систему.
25. Чим відрізняються об'єкт і предмет дослідження?
26. Що включає до себе мета наукового дослідження?
27. Що є науковим результатом дослідження?
28. Що є науково-прикладним результатом дослідження?

29. Які ознаки наукового дослідження Вам відомі?
30. В якому разі задача (проблема) є науковою?
31. Що представляє собою наукова задача?
32. Що представляє собою наукова проблема?
33. В чому виражається наукова задача (проблема)?
34. Що є постановкою наукової задачі (проблеми)?
35. Як висловлюють предмет дослідження при формулюванні постановки наукової задачі (проблеми)?
36. Як висловлюють мету дослідження при формулюванні постановки наукової задачі (проблеми)?
37. Що представляє собою вирішення наукової задачі?
38. Що представляють собою результати рішення наукової задачі?
39. Що складає ключовий зміст рішення наукової задачі?
40. Що представляє собою вирішення наукової проблеми?
41. В чому знаходить вираз метод рішення наукової задачі (проблеми)?
42. До чого приводить вивчення предмету дослідження навколишнього світу, який не є методом?
43. На якому рівні відбувається вивчення як предмету дослідження методу або методів предметного рівня? До появи чого воно приводить?
44. На якому рівні відбувається вивчення як предмету дослідження методу або методів науково-методичного рівня? До появи чого воно приводить?
45. Вивчення чого відбувається на методологічному рівні пізнання? До появи чого воно приводить?
46. В результаті чого відбувається поява різних, зокрема похідних, предметів і методів дослідження?
47. На якому рівні відбувається вивчення предмету дослідження навколишнього світу, який не є методом, - предмету дослідження наочного рівня? До появи чого воно приводить?
48. На якому рівні відбувається вивчення як предмету дослідження методу або методів науково-методичного рівня? До появи чого воно приводить?
49. На якому рівні відбувається вивчення як предмету дослідження методу або методів науково-методичного рівня? До появи чого воно приводить?
50. На якому рівні відбувається вивчення як предмету дослідження методу або методів методологічного рівня? До появи чого воно приводить?

51. До яких областей науки можуть в цілому відноситись мета дослідження, саме рішення наукової задачі (проблеми) і дане завдання відповідно предмету і методу рішення наукової задачі (проблеми)?

52. До яких рівнів можуть в цілому відноситись мета дослідження, саме рішення наукової задачі (проблеми) і дане завдання відповідно предмету і методу рішення наукової задачі (проблеми)?

53. Що являє собою мета дослідження в найбільш загальному випадку? Чим вона відрізняється від його результатів?

54. Як висловлюють в науковому завданні (проблемі) мету дослідження?

55. Від чого залежить вид формулювання наукової задачі (проблеми): чисто прагматичний або чисто науковий?

56. Яку наукову задачу вважають чисто прагматичною?

57. Яку наукову задачу вважають чисто науковою?

58. Яку наукову задачу вважають науково-прагматичною?

59. Яким шляхом знаходять рішення чисто прагматичної задачі (проблеми)?

60. Яким шляхом знаходять рішення чисто наукової задачі (проблеми)?

61. Яким шляхом знаходять рішення науково-прагматичної задачі (проблеми)?

62. Які постановки має науково-прагматична задача дослідження?

63. Чим обмежено рішення практично будь-якої загальної наукової задачі (проблеми)?

64. У якій послідовності у найбільш загальному випадку здійснюють пошук методу рішення наукової задачі (проблеми)?

65. В результаті чого виходить нове (у більш помірному виразі – таке, що має новизну) рішення наукової задачі?

66. Яка наукова задача є новою?

67. Чим відрізняються строга і нестрога постановки наукової задачі (проблеми)?

68. В чому полягає змістовне (вербальне) формулювання наукової задачі (проблеми)?

69. Від чого залежить, чи є проблема вирішуваною або нерозв'язною?

70. Як оцінюють рівень і ступінь новизни рішення наукових задач (проблем)?

71. В чому є різниця між новим (або тим, що має новизну) рішенням наукової задачі і новими результатами рішення відповідної задачі?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема: ПУБЛІКАЦІЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

2.1. Ціль заняття

Ознайомити студентів з джерелами та структурою наукової інформації, з основними правилами складання бібліографічного опису використаних джерел.

Сформувати у студентів уміння складати бібліографічний опис використаних джерел та надавати їм анотацію, навчитися використовувати правила складання бібліографічного опису використаних джерел в практичній діяльності.

2.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

1. Види літературних джерел.
2. Інформаційні технології пошуку наукових джерел.
3. Правила пошуку інформаційних джерел.
4. Способи зображення інформації.
5. Правила складання бібліографічного опису.
6. Правила складання анотації на інформаційні джерела.

2.3. Індивідуальне завдання

1. Здійснити інформаційний пошук, скласти список використаних джерел та їх анотацію.
2. Скласти аналітичний огляд інформаційних джерел та на його основі оформити зміст наукового дослідження.

2.4. Методичні рекомендації

Індивідуальні завдання студенти виконують за темою свого магістерського або іншого наукового дослідження.

При підготовці до практичного заняття студентам необхідно усвідомити, що інформаційний пошук — це вияв, відбір та аналіз книг, статей та інших матеріалів за певними ознаками. З будь-якої науки, галузі знання чи проблеми у світі випускається незліченна кількість видань, інформація в яких часто дублюється. Завдання полягає в тому, щоб у цьому потоці виявити

оригінальну найбільш цінну, актуальну на даний момент інформацію, яка подається у книзі, статті, будь-якому іншому джерелі в компактному вигляді, носить узагальнюючий характер, тобто містить максимум необхідних відомостей, має високий ступінь повноти. Тому необхідно віднайти оперативну інформацію за суттю теми за останні 5-10 років, яка відображена у книгах, монографіях, брошурах, посібниках, періодичних виданнях, Інтернет виданнях, нормативно-технічній документації (стандарти, типові положення, методичні розробки тощо). Для складання списку джерел з вибраної теми доцільно використовувати наявні в бібліотеках систематичні каталоги, в яких назви творів розташовані за галузями знань; алфавітні каталоги, в яких картки на книжки розташовані в алфавітному порядку прізвищ авторів чи назв; предметні каталоги, що містять назви творів із конкретних проблем і питань; різноманітні бібліографічні й довідкові видання (посібники і покажчики з окремих тем і розділів), виноски і посилання в монографіях, підручниках, енциклопедіях, енциклопедичних словниках, мережу Інтернет та ін.

Слід виявити основні періодичні видання з вибраної проблематики. Відбираючи основні матеріали, слід звернутися до покажчиків статей, опублікованих протягом календарного року і розміщених у кінці останнього номера журналу за кожний рік видання.

Далі слід створити картотеку (або список) літературних джерел з теми. Добре складена картотека (список) навіть при побіжному перегляді назв джерел допомагає охопити тему в цілому. На її основі можна вже на самому початку дослідження уточнити структуру наукової роботи.

Перегляду повинні підлягати всі види джерел, зміст яких пов'язаний із темою наукового дослідження. До них належать матеріали, опубліковані в різноманітних вітчизняних і зарубіжних виданнях; неопубліковані документи (звіти про науково-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи, дисертації, депоновані рукописи, звіти фахівців про міжнародні відрядження, матеріали закордонних фірм та ін.), офіційні документи та ін.

Загалом вважається, що загальний обсяг інформаційних джерел не повинен перевищувати 20% обсягу основної частини кваліфікаційної роботи, яка у магістерській роботі складає оптимально 50 сторінок (без списку використаних джерел та додатків), тому перелік джерел інформаційного пошуку до написання кваліфікаційної роботи повинен містити не менше 50 найменувань.

Список використаних джерел оформлюється відповідно до Державного стандарту України ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання», використовуючи методику складання бібліографічного опису та списків.

Використовуючи рекомендовану методику «читання наукової літератури», здійснити аналіз вибраних інформаційних джерел з теми кваліфікаційної роботи (наукового дослідження).

Під час аналізу найскладнішою є процедура систематизації наукових джерел. Науковці рекомендують систематизувати погляди вчених у такому порядку:

- сутність даного явища чи процесу (позиція декількох авторів збігається в такому-то аспекті);
- що становить зміст даного процесу чи явища (його компоненти, ланцюги, стадії, етапи розвитку);
- погляди вчених з приводу шляхів вирішення даної проблеми на практиці (хто і який напрям розробив);
- які труднощі, виявлені в попередніх дослідженнях, трапляються при практичному вирішенні завдання;
- які чинники, умови ефективного розвитку процесу чи явища в даній галузі виділені вченими.

На основі аналізу інформаційних джерел обґрунтуйте актуальність дослідження, сформулюйте мету, об'єкт і предмет наукової роботи, визначте гіпотезу та завдання вашого дослідження.

Відповідно до регламентованих вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» та рекомендованих джерел оформити ЗМІСТ кваліфікаційної роботи.

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел

Книги:

Один автор

1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. — Львів : Свічадо, 2006. — 307 с. — (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV–V ст. ; № 14).

2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. — К. : Ін-т математики, 2006. — 111 с. — (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59).

3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. — К.: Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. — 311 с. — (Ювеліри України; т. 1).

4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів: Кальварія, 2005. — 196, [1] с. — (Першотвір).

Два автори

1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині: історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. — К. : Києво-Могилян. акад., 2005. — 397, [1] с. — (Бібліотека наукового щорічника «Україна дипломатична» ; вип. 1).

2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З.В. Ромовська, Ю.В. Черняк. — К. : Прецедент, 2006. — 93 с. — (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11).

3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. — Львів : Растр-7, 2007. — 375 с.

Три автори

1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. — Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с.

Чотири автори

1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К. : НДІ «Укراгропромпродуктивність», 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи).

2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогащ, М. М. Сердюк. — К. : Вища освіта, 2006. — 478, [1] с. — (ПТО: Професійно-технічна освіта).

П'ять і більше авторів

1. Психология менеджмента / (Власов П. К., Липницкий А. В., Луцких И. М. и др.); под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр, 2007. — 510 с.

2. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. — К. : Укр. ін.-т соц. дослідж., 2005. — 115 с. — (Серія «Формування здорового способу життя молоді» : у 14 кн., кн. 13).

Без автора

1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К.: Грані-Т, 2007. — 119 с. — (Грані світу).
2. Воскресіння мертвих: українська барокова драма: антологія / [упорядкув., ст., пер., і прим. В. О. Шевчук]. — К.: Грамота, 2007. — 638, [1] с.
3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ — початку ХХ століття: [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К.: Грані-Т, 2007. — 190, [1] с.
4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології: [зб. наук. праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці: Рута, 2007. — 310 с.

Багатотомний документ

1. Історія Національної академії наук України, 1941–1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.]. — К.: Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007. — (Джерела з історії науки в Україні).
 - Ч. 2 : Додатки — 2007. — 573, [1] с.
2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю.; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ «Леонорм-Стандарт», 2005. — (Серия «Нормативная база предприятия»).
 - Т. 1. — 2005. — 277 с.
3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни... : (Дочь врага народа) : трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006. — (Сочинения : в 8 кн. / А. Дарова ; кн. 4).
4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко. — Х. : Право, 2002.
 - Т. 4 : Косвенные налоги. — 2007. — 534 с.
5. Реабілітовані історією. Житомирська область : [у 7 т.]. — Житомир : Полісся, 2006. — (Науково-документальна серія книг «Реабілітовані історією» : у 27 т. / голов. редкол. : Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол. : Синявська І. М. (голова) та ін.]. — 2006. — 721, [2] с.
6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч. 1 / В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. — К.: НТУУ «КПІ», 2006. — 125 с.

Матеріали конференцій, з'їздів

1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу : матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників [«Молодь України і аграрна реформа»], (Харків, 11–13 жовт. 2000

р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. — 167 с.

2. Кібернетика в сучасних економічних процесах : зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. — К. : ІСОА, 2002. — 147 с.

3. Матеріали ІХ з'їзду Асоціації українських банків, 30 червня 2000 р. інформ. бюл. — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип. : 10 років АУБ).

4. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій : праці конф., 6–9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. Ред. В. Т. Трощенко. — К. : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. — С. 559-956, ХІІІ, [2] с. — (Ресурс 2000).

5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. — Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с.

6. Ризикологія в економіці та підприємництві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. — К.: КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. — 452 с.

Препринти

1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. — Х. : ННЦ ХФТИ, 2006. — 19 с. — (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр «Харьк. физ.-техн. ин-т» ; ХФТИ 2006-4).

2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. — Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7, [1] с. — (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС ; 06-1).

Депоновані наукові праці

1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Финансовая академия. — М., 2002. — 110 с. — Деп. в ВИНТИ 13.06.02, № 145432.

2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. — М., 2002. — 210 с. — Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.

Словники

1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1] с.
2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ. термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. — К. : Європ. ун-т, 2007. — 57 с.
3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с.
4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с.

Атласи

1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню. науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук. редкол. : С.С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України [та ін.]. — / (наук. редкол. : С. С. Куруленко та ін.). — К. : Варта, 2006. — 217, [1] с.
2. Анатомія пам'яті : атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид., розшир. та доповн. — Дніпропетровськ : Пороги, 2005. — 218 с.
3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х. : Ранок, 2005. — 96 с.

Законодавчі та нормативні документи

1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. — 207 с. — (Бібліотека офіційних видань).
2. Медична статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. — К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. — 459 с. — (Нормативні директивні правові документи).
3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. — Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. — VI, 74 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).

Стандарти

1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. — [Чинний від 2006-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — IV, 231 с. — (Національний стандарт України).

2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 - ДСТУ ISO 6107-9:2004. — [Чинний від 2005-04-01)] — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с. — (Національні стандарти України).

3. Вимоги щодо безпеки контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020:2005. — [Чинний від 2007-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. — (Національний стандарт України).

Каталоги

1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / (сост. Ковалева И. В., Павлюка В. А. ; ред. Иванов В. Л.). — Львов : НТЦ «Леонорм-стандарт», 2006. — (Серия «Нормативная база предприятия»).

Т. 5. — 2007. — 264 с.

Т. 6. — 2007. — 277 с.

2. Пам'ятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с.

3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. — 11 с.

4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк : Лебедь, 2005. — 228 с.

Бібліографічні покажчики

1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. — Львів : Укр. технології, 2007. — 74 с.

2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997–2005 роки / [уклад. Кириш Б. О., Потлань О. С.]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11 с. — (Серія : Бібліографічні довідники ; вип. 2).

Дисертації

1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис. ... доктора фіз.-мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. — К., 2005. — 276 с.

Автореферати дисертацій

1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08. «Технологія машинобудування» / І. Я. Новосад. — Тернопіль, 2007. — 20, [1] с.

2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології» / Нгуен Ші Данг. — К., 2007. — 20 с.

Авторські свідоцтва

1. А. с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кеймайкин (СССР). — № 3360585/25-08; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.

Патенти

1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. — № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).

Частина книги, періодичного, продовжуваного видання

1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л.Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 6. — С. 15-18, 35-38.

2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6. — С. 14-17.

3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов — основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальський // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1 — С. 39-61.

4. Ма Шуін. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуін // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12-14.

5. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моїсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1. — С. 25-29.

6. Валова І. Нові принципи угода Базель II / І. Валова ; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 13-20.

7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство ХІХ ст. Від Куліша до Винниченка : (нарис з новітнього укр. письменства) : статті / Микола Зеров. — Дрогобич, 2007. — С. 245-291.

8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологий взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсивных источников энергии в промышленности : междунар. науч.-техн. конф., 3–5 окт. 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 33.

9. Чорний Д. Міське самоврядування : тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра : проблеми модернізації міст України : (кінець XIX — початок XX ст.) / Д.М. Чорний. — Х., 2007. — Розд. 3. — С. 137-202.

Електронні ресурси

1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III–IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чуєв. — 80 Min / 700 MB. — Одеса : Одес. мед. ун-т, 2003. — (Бібліотека студента-медика) — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. — Систем. вимоги : Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP ; MS Word 97-2000. — Назва з контейнера.

2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. — К. : CD-вид-во «Інфодиск», 2004. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. — (Всеукр. перепис населення, 2001). — Систем. вимоги : Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану.

3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі : електронні ресурси в науці, культурі та освіті : (підсумки 10-ї Міжнар. конф. «Крим-2003») [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. : <http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>.

2.5. Контрольні питання

1. Якою є структура державної служби науково-технічної інформації?
2. Охарактеризуйте джерела інформації (підручники, періодичні видання, каталоги і прейскуранти, інформаційні видання, дисертації, автореферати та ін.).
3. Дайте характеристику довідково-інформаційним фондам.
4. Якою є структура класифікації наукових інформаційних документів в системі УДК, ББК та при механізмі автоматизованої системи пошуку?
5. Дайте визначення термінів і понять: інформація, інформаційні ресурси, інформаційний ринок, довідково-пошуковий апарат.
6. Якою є послідовність пошуку наукової літератури?

7. Охарактеризуйте джерела бібліографічної інформації: первинні, вторинні, третинні.
8. Охарактеризуйте етапи опрацювання наукової літератури.
9. Охарактеризуйте типи аналізу наукової літератури.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема: ПУБЛІКАЦІЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Ціль заняття

Ознайомити студентів з правилами оформлення та формами впровадження результатів наукового дослідження (наукові публікації).

Сформувати у студентів уміння підготовки матеріалів з результатами наукових досліджень до публікації та використовувати ці навички на практиці.

3.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

1. Публікація наукових результатів.
2. Поняття публікації.
3. Види і форми наукових публікацій.
4. Навчальні публікації.
5. Професійні наукові публікації.
6. Кваліфікаційні публікації - курсова робота, дипломна робота, магістерська, кандидатська і докторська дисертація.
7. Поняття про авторське право.
8. Форми порушення авторських прав.
9. Про співавторство.
10. Викладення наукових результатів в публікації.
11. Реалізація наукових результатів.
12. Форми реалізації результатів досліджень.
13. Відношення між формами публікації і реалізації.
14. Автор і реалізатор наукового результату.
15. Суб'єктивна і об'єктивна реалізація наукового результату.
16. Оформлення актів про реалізацію.

3.3. Індивідуальне завдання

За результатами проведеного наукового дослідження підготувати для оприлюднення публікацію у вигляді статті або тез наукової доповіді з наукової проблематики (огляду літератури) свого магістерського або іншого наукового дослідження.

3.4. Методичні рекомендації

Науковий результат у широкому сенсі являє собою ідеальний об'єкт, інформаційний зміст якого відображає сукупність знань про об'єктивну дійсність і закономірності її розвитку. Стаття 2 Закону про науку визначає науковий результат як продукт наукової діяльності, що містить нові знання й зафіксований на будь-якому інформаційному носії. Оскільки наукове знання як нематеріальне благо є продуктом розумової діяльності, науковець із моменту об'єктивного втілення знання здобуває правовий статус автора наукового результату. Тим самим він вправі вимагати визнання наукового досягнення й свого авторства, і в цьому сенсі вчений має суб'єктивне цивільне право абсолютного характеру. Реалізацією права авторства є подача заявки на реєстрацію певних теоретичних положень як наукового результату.

Результати науково-дослідної роботи можуть бути оформлені у вигляді курсової або дипломної роботи, вони узагальнюються також у кандидатських і докторських дисертаціях, авторефератах дисертацій, тезах доповідей, статтях, монографіях, методичних і практичних матеріалах, підручниках, навчальних посібниках тощо.

Для майбутнього фахівця, науковця дуже важливим є володіння методологією підготовки наукової публікації. Написання реферату, наукової статті, тез доповідей на конференції повинно відповідати вимогам жанру публікації і відповідно сприйматись читачами і слухачами. Це висуває певні вимоги до логіки побудови їх, форми, стилю і мови.

При підготовці до практичного заняття та виконанні індивідуального завдання рекомендовано розглянути методику підготовки окремих видів публікацій чи виступів, враховуючи при цьому особливості кожного виду, залежність від рівня завершеності дослідження, а також з врахуванням кола читачів чи слухачів, на яких вони розраховані.

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).

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.

Особливе значення мають наукові публікації, що вийшли друком у формі видань. Державний стандарт України. 3017-95 «Видання. Основні види. Терміни та визначення» визначає видання як документ, який пройшов редакційно-видавниче опрацювання, виготовлений шляхом друкування, тиснення або іншим способом, містить інформацію, призначену для поширення і відповідає вимогам державних стандартів, інших нормативних документів щодо видавничого оформлення і поліграфічного виконання.

Науковим вважається видання результатів теоретичних або емпіричних досліджень, а також підготовлених науковцями до публікації пам'яток культури, історичних документів, літературних текстів. Воно призначене для фахівців відповідної галузі та наукової роботи. Наукові видання можуть бути двох груп:

- науково-дослідні;
- джерелознавчі.

До науково-дослідних публікацій належать:

- 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);
- збірники наукових праць (збірники матеріалів досліджень наукових статей, виконаних у наукових установах, навчальних закладах).

Монографія - це наукова праця, яка містить повне або поглиблене дослідження однієї проблеми чи теми, що належить одному або декільком авторам. Є два види монографій: наукові і практичні.

Наукова монографія - це науково-дослідницька праця, предметом якої є вичерпне узагальнення теоретичного матеріалу з наукової проблеми або теми з критичним його аналізом, визначенням вагомості, формулюванням нових наукових концепцій. Монографія фіксує науковий пріоритет, забезпечує первинною науковою інформацією суспільство, слугує висвітленню основного змісту і результатів наукового, дисертаційного дослідження.

Наукову монографію характеризує єдність змісту і вона свідчить про науковий внесок здобувача в науку і розглядається як кваліфікаційна наукова праця. За цих умов вона заміняє дисертаційну роботу. Обсяг індивідуальної монографії здобувача наукового ступеня доктора наук, яка зараховується як дисертація, має становити не менше 10 авторських аркушів у галузі технічних і природничих наук і не менше 15 авторських аркушів у галузі гуманітарних і суспільних наук.

Другий тип наукової монографії - це наукова праця, яка є засобом висвітлення основного змісту дисертації і однією з основних публікацій за темою дослідження, при цьому до неї висуваються вимоги:

- обсяг не менш як 10 обліково-видавничих аркушів;
- наявність рецензій двох докторів наук, за відповідною спеціальністю;
- наявність рекомендації вченої ради науково-дослідної установи або вищого навчального закладу;
- тираж не менше 300 примірників;
- наявність міжнародного стандартного номера ISBN.

Між дисертацією і монографією є певні відмінності:

По-перше в дисертації передбачається виклад наукових результатів і висновків, отриманих особисто автором.

Монографія - це виклад результатів, ідей, концепцій, які належать як здобувачеві, так і іншим авторам.

По-друге, дисертація містить нові наукові результати, висновки, факти, а монографія може викладати як нові результати, так і методичні, технічні рішення, факти, які вже відомі.

По-третє, дисертація за вимогами ВАК має визначену структуру і правила оформлення, яких необхідно дотримуватись. До монографій таких вимог не ставлять.

По-четверте - дисертація, це рукопис, який зберігається в обмеженій кількості примірників у певних бібліотечних установах. Монографія - це видання, яке пройшло відповідне редакційно-видавниче опрацювання, виготовлене друкарським або іншим способом, видане у фаховому видавництві України.

Дисертація виконується у відповідності з вимогами державних стандартів щодо друку та оформлення, чого не встановлюється для монографії і її структури.

Традиційно склалась композиційна структура наукової монографії: титульний аркуш, анотація, перелік умовних позначень (при необхідності) вступ або передмова, основна частина, висновки або післямова, література, допоміжні покажчики, додатки, зміст.

Монографія призначена перш за все для вчених і має відповідати за змістом і формою жанру публікації. Особливе значення тут мають чіткість формулювань і викладу матеріалу, логіка висвітлення основних ідей, концепцій, висновків. Її обсяг має бути не менший 6 друкованих аркушів. Вимоги до сутності викладу матеріалу в розділах монографії, аналогічні до вимог інших наукових публікацій з певними особливостями їх призначення.

Наукова стаття - є одним із видів публікацій, в якій подаються проміжні або кінцеві результати, висвітлюються конкретні окремі питання за темою дослідження, фіксується науковий пріоритет автора, робить її матеріал надбанням фахівців.

Наукова стаття подається до редакції в завершеному вигляді відповідно до вимог, які публікуються в окремих номерах журналів або збірниках у вигляді пам'ятки автору. Оптимальний обсяг наукової статті (0,5 - 0,7 авт. арк.).

Рукопис статті повинен мати повну назву роботи прізвище та ініціали автора, анотацію (на окремій сторінці), список використаної літератури.

Стаття має просту структуру:

- вступ (постановка наукової проблеми, актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями, що постають перед Україною, значення для розвитку певної галузі науки і практики - 1 абзац або 5-10 рядків);

- основні дослідження і публікації з проблеми, за останній час, на яких спирається автор, проблеми виділення невирішених питань, яким присвячена стаття (0,5 -2 сторінки машинописного тексту);

- формулювання мети статті (постановка завдання) - висловлюється головна ідея даної публікації, яка суттєво-відрізняється від сучасних уявлень про проблему, доповнює або поглиблює вже відомі підходи; звертається увага на введення до наукового обігу нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених. Мета статті впливає з постановки наукової проблеми та огляду основних публікацій з тем (1 абзац, або 5-10 рядків);

- виклад змісту власного дослідження - основна частина статті. В ній висвітлюються основні положення і результати наукового дослідження,

особисті ідеї, думки, отримані наукові факти, програма експерименту. Аналіз отриманих результатів, особистий внесок автора в реалізацію основних висновків тощо (5-6 сторінок);

- висновок, в якому формулюється основний умовивід автора, зміст висновків і рекомендацій, їх значення для теорії і практики, суспільна значущість та перспективи (1/3 сторінки).

Відповідно до постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. №705/1 наукові статті зараховуються як фахові при наявності таких необхідних елементів: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

При написанні наукової статті слід дотримуватись певних правил:

- у правому верхньому куті розміщується прізвище та ініціали автора; за необхідністю вказуються відомості, що доповнюють дані про автора;

- назва статті стисло відбиває її головну ідею, думку (краще до п'яти слів);

- ініціали ставлять перед прізвищем;

- слід уникати стилю наукового звіту;

- недоцільно ставити риторичні запитання; більше користуватись розповідними реченнями;

- не перевантажувати текст цифрами при переліках тих чи інших думок, положень, вимог;

- прийнятним у тексті є використання словосполучень переліку: «спочатку», «зрозуміло що», «на початку», «спершу», «потім», «дійсно», «далі», «нарешті», «по-перше», «по-друге», «можливо», «задумкою», «заданими», «між іншим», «в зв'язку з тим», «на відміну», «поряд з цим», тощо.

- цитати в статті використовуються дуже рідко (можна в дужках зробити посилання на ученого, який вперше дослідив проблему);

- усі посилання на авторитети подаються на початку статті, основний обсяг присвячується викладу власних думок автора;

- стаття має завершуватись конкретними висновками і рекомендаціями та додається список використаних джерел.

Рукопис статті підписується автором і подається (разом з дискетою) до редакції у двох примірниках. В окремих випадках в науковій статті до фахових

видань дається анотація (резюме) українською, російською і англійською мовами.

Вони є свідченням апробації науково-дослідної роботи. Слід сказати, що апробація наукової роботи на наукових конференціях, семінарах, є обов'язковою при написанні дисертації.

Тези (від thesis - положення, твердження) - це коротко, точно, послідовно сформульовані ідеї, думки, положення наукової доповіді, повідомлення, статті або іншої наукової праці.

Тези доповіді - це опубліковані на початку наукової конференції (з'їзду, симпозіуму) матеріали попереднього характеру, що містять виклад основних аспектів наукової доповіді.

Обсяг тез може бути в межах 2-3 сторінки машинописного тексту через 1,5-2 інтервали.

Алгоритм тези можна подати так: теза - обґрунтування - доказ - аргумент - результат - перспектива.

Тези доповіді, будь-якої наукової публікації оформляють згідно до вимог:

- у правому верхньому куті розміщують прізвище автора та його ініціали та доповнюють відомостями про нього;
- назва тез доповіді коротко відображає головну ідею, думку, положення (2-5 слів);
- послідовність викладу змісту може бути наступна: актуальність, проблеми; стан розробки проблеми в науці і практиці; основна ідея, положення, висновки дослідження; основні результати та їх практичне значення. В тезах зазвичай не використовують цитати, цифровий матеріал.

Формулювання кожної тези починається з нового рядка, кожна теза має самостійну думку, висловлену в одному або кількох реченнях.

3.5. Контрольні питання

1. Дайте характеристику науковій публікації: поняття, структура, основні види.
2. Дайте характеристику наукових тез: поняття, структура.
3. Дайте характеристику науковій статті: поняття, структура.
4. Дайте характеристику науковій монографії: поняття, структура.
5. Поясніть методику підготовки наукового видання.
6. Форми звітності про наукове дослідження.
7. Дати визначення термінів і понять: монографія, брошура, підручник, навчальний посібник, наукова стаття, тези, доповідь, повідомлення.

8. Які види наукових публікацій можна віднести до основних?
9. Дайте визначення поняття «видання»
10. Які види наукових публікацій можна віднести до основних видань за цільовим призначенням?
11. Що розуміють під терміном «наукове видання»?
12. Що розуміють під терміном «науково-популярне видання»?
13. Що розуміють під терміном «навчальне видання»?
14. Що розуміють під терміном «довідкове видання»?
15. Які видання відносять до основних форм навчальних публікацій?
16. Який сенс вкладають в термін «публікація»?
17. Дайте характеристику підручника як видання.
18. Який зміст вкладають в поняття «навчальний посібник»?
19. Чим відрізняється книга від брошури?
20. Які науково-дослідні публікації відносять до основних форм?
21. Який зміст вкладають в термін «звіт про НДР»?
22. Охарактеризуйте типову структуру наукової статті.
23. Дайте визначення терміну «журнал»?
24. Дайте визначення терміну «науковий журнал»?
25. Дайте визначення терміну «збірка наукових праць»?
26. Що розуміють під терміном «монографія»?
27. Який зміст вкладають в поняття «реферат»?
28. За яким планом складають реферат?
29. Який зміст вкладають в термін «анотація»?
30. Що включають до анотацій на твори друку по природних, технічних і сус-пільних науках.
31. Що розуміють під терміном «тези доповідей наукової конференції»?
32. Які публікації відносять до публікацій об'єктів промислової власності?
33. Який зміст вкладають в термін «відкриття»?
34. Який зміст вкладають в термін «винахід»?
35. Який зміст вкладають в термін «раціоналізаторська пропозиція»?
36. Який зміст вкладають в термін «корисна модель»?
37. Який зміст вкладають в термін «промисловий зразок»?
38. У зв'язку з чим виникає авторське право на об'єкт технічної творчості?
39. Який офіційний документ підтверджує рішення компетентних органів про визнання авторських прав на відкриття?
40. Який офіційний документ підтверджує рішення компетентних органів про визнання авторських прав на винахід?

41. Який офіційний документ підтверджує рішення компетентних органів про визнання авторських прав на промисловий зразок?
42. Який офіційний документ підтверджує рішення компетентних органів про визнання авторських прав на раціоналізаторську пропозицію?
43. Які форми є основними для кваліфікаційних публікацій?
44. Що представляє собою дисертація?
45. Чим відрізняється дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата наук від дисертації на здобуття вченого ступеня доктора наук?
46. Що представляє собою автореферат дисертації?
47. В яких формах виявляється порушення авторських прав?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема: МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1. Ціль заняття

Ознайомитись з основними етапами і методами проведення наукових досліджень.

Сформувати у студентів уміння відрізняти етапи наукового дослідження, їх послідовність, надавати стислу характеристику їм і їх результатам, використовувати основні методи наукових досліджень в практичній діяльності.

4.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

1. Основні етапи наукових досліджень, послідовність їх виконання.
2. Характеристика основних етапів наукового дослідження.
3. Характеристика результатів основних етапів наукового дослідження.
4. Основні методи наукових досліджень.
5. Методи пошуку і збору наукової інформації.
6. Методика аналізу та інтерпретації наукової інформації.
7. Організація роботи з науковою літературою.
8. Методика наведення цитат і бібліографічних посилань у текстах наукових та навчальних робіт.
9. Методика пошуку інформації у процесі наукової роботи.
10. Організація збору інформації в наукових дослідженнях.
11. Методика електронного пошуку наукової інформації.
12. Методика підготовки та оформлення наукової статті.
13. Методика підготовки та оформлення наукової доповіді.
14. Методика підготовки та оформлення тез наукової доповіді.
15. Методика написання тексту наукової роботи.
16. Основи методики та засоби експериментальних досліджень.
17. Методологія складання вступу як структурного елементу кваліфікаційної роботи.
18. Магістерська робота (дисертація) як кваліфікаційне дослідження.
19. Методи педагогічних досліджень.

4.3. Індивідуальне завдання

Визначити основні методи та методику проведення магістерського наукового дослідження (кваліфікаційної роботи), скласти та належним чином оформити орієнтовний зміст вступу та план кваліфікаційної роботи (наукового дослідження).

4.4. Методичні рекомендації

При підготовці до практичного заняття та виконанні індивідуального завдання необхідно усвідомитись, що вибір методів наукового дослідження слід здійснювати виходячи з виду наукового дослідження, теми та мети. Методика має сконцентруватися на технічній стороні наукового дослідження та регламентації дій дослідника, яку потрібно детально описати в роботі. Результати проведеного дослідження оформити відповідно до вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» розділом кваліфікаційної (наукової) роботи «ВСТУП». У ВСТУПІ кваліфікаційної роботи необхідно не тільки назвати, які використовувалися методи дослідження, а й вказати на якому етапі наукового дослідження і з якою метою був використаний той чи інший науковий метод для вирішення завдань дослідження.

4.5. Контрольні питання

1. Які Вам відомі методи наукових досліджень?
2. Охарактеризуйте послідовність виконання етапів науково-дослідної роботи.
3. Дайте характеристику основних етапів науково-дослідної роботи.
4. Дайте характеристику результатам основних етапів науково-дослідної роботи.
5. Поясніть правила оформлення результатів проведеного наукового дослідження.
6. Дайте коротку характеристику етапу вибору області дослідження.
7. Дайте коротку характеристику етапу визначення загальної мети дослідження.
8. Дайте коротку характеристику етапу визначення загальної наукової мети дослідження.

9. Дайте коротку характеристику етапу короткого змістовного формулювання загальної наукової задачі (проблеми).

10. Дайте коротку характеристику етапу постановки загальної наукової задачі (проблеми) дослідження.

11. Дайте коротку характеристику етапу пошуку відомого методу рішення загальної задачі (проблеми) наукового дослідження.

12. Дайте коротку характеристику етапу наукової розробки методу рішення загальної задачі (проблеми) наукового дослідження.

13. Дайте коротку характеристику етапу декомпозиції загально - наукової задачі (проблеми) наукового дослідження на окремі наукові задачі і проблеми, знаходження методів їх рішення і синтез загального рішення.

14. Дайте коротку характеристику етапу рішення загальної наукової задачі дослідження.

15. Дайте коротку характеристику етапу публікації результатів дослідження.

16. Дайте коротку характеристику етапу реалізації результатів дослідження.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема: МЕТОДИ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1. Ціль заняття

Сформувати у студентів уміння аналізувати, обробляти та узагальнювати результати наукових досліджень.

5.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

1. Методи теоретичних досліджень.
2. Методи експериментальних досліджень.
3. Статистичні методи досліджень.
4. Способи оформлення зведеної інформації.
5. Групування та обробка даних.
6. Правила побудови таблиць, діаграм, графіків.
7. Побудова таблиць, діаграм, графіків в MS Excel.
8. Побудова таблиць, діаграм, графіків в ППП Matlab.

5.3. Індивідуальне завдання

Визначити основні методи та методику проведення наукового дослідження (кваліфікаційної роботи), представити дані експериментального дослідження у виді таблиці, діаграми, графіку.

5.4. Методичні рекомендації

Стратегічні методологічні положення і принципи знаходять своє тактичне втілення в методах дослідження.

Метод (гр. methodos) – сукупність прийомів чи операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, підпорядкованих вирішенню конкретного завдання. У найбільш загальному розумінні метод – це шлях, спосіб досягнення поставленої мети і завдань дослідження.

Методика (гр. methodike) – сукупність методів, прийомів проведення будь-якої роботи. Методика дослідження – це система правил використання методів, прийомів та операцій.

Вибір конкретних методів дослідження диктується характером фактичного матеріалу, умовами і метою конкретного дослідження. Методи є упорядкованою системою, в якій визначається їх місце відповідно до конкретного етапу дослідження, використання технічних прийомів і проведення операцій з теоретичним і фактичним матеріалом у заданій послідовності. В одній і тій же науковій галузі може бути кілька методик (комплексів методів), які постійно вдосконалюються під час наукової роботи.

Найскладнішою є методика експериментальних досліджень, як лабораторних, так і польових.

Класифікація методів розроблена слабо. Досить поширеним є поділ основних типів методів за двома ознаками: мети і способу реалізації. За першою ознакою виділяються так звані первинні методи, що використовуються з метою збору інформації, визначення джерел, спостереження, опитування та ін. Вторинні методи використовуються з метою обробки та аналізу отриманих даних – кількісний та якісний аналіз даних, їх систематизація, шкалювання та ін. Третій тип представлений верифікаційними методами і прийомами, що дають змогу перевірити отримані результати. Вони зводяться також до кількісного та якісного аналізу даних на основі виміру співвідношення постійних і змінних чинників.

Іноколи методи поділяють на групи відповідно до їх функціональних можливостей: етапні, тобто пов'язані з певними етапами дослідження, й універсальні, які використовуються на всіх етапах. До першої групи відносять спостереження, експеримент, а до другої – абстрагування, узагальнення, дедукцію та індукцію та ін.

Розрізняють також методи теоретичних та емпіричних досліджень. Такий розподіл методів завжди умовний, оскільки з розвитком пізнання один науковий метод може переходити з однієї категорії в іншу.

Зведення дослідних даних полягає у систематизації та встановленні якісних і кількісних залежностей між факторами, що досліджувались. Групування передбачає розподіл дослідних даних на основі певних показників на групи із однотипних або близьких за значенням елементів. Дослідні дані групують за однією (просте групування) або кількома (комбіноване групування) ознаками.

Одержані у процесі дослідження кількісні дані подають переважно трьома способами:

- а) перераховують у тексті роботи;
- б) подають у вигляді таблиць;
- в) подають у вигляді графічних зображень.

Таблиця – форма систематизованого раціонального наочного викладу цифрового матеріалу, який характеризує досліджуване явище, процес.

Елементи таблиці:

- номер (складається з номера розділу документа та порядкового номера);
- заголовок (розкриває головний зміст явища, процесу тощо);
- текстова частина, елементами якої є:
 - предмет (об'єкт який характеризується, вказується по вертикалі – боковик таблиці);
 - присудок (показники, які розкривають об'єкт, вказуються по горизонталі – головка таблиці);
 - цифровий матеріал;
 - підсумки (часткові або загальні);
 - пояснення, примітки (використовуються досить рідко).

Види таблиць:

Проста таблиця – містить перелік даних, зібраних про окремі явища чи характеристики досліджуваної сукупності, тобто підмет та присудок не мають групування.

Групована таблиця – окремі дані згруповано за певною ознакою (групування підмета або присудка за однією ознакою).

Комбінована таблиця - містить дані про сукупність, згруповані більше ніж за однією ознакою.

Складена таблиця об'єднує декілька простих або групових таблиць.

Результати розподілу даних досліджень зручно стисло та наочно подати за допомогою графічних методів.

Графік – цифровий малюнок, який дозволяє представити суть явища, сприяє його аналізу та популяризації результатів.

Розподіл частот, як правило, зображають за допомогою полігона або гістограми. Полігон частот переважно використовується для графічного зображення дискретних рядів, гістограма – інтервальних.

Побудова графіка включає етапи: вибір шкали і побудову координатної сітки, відкладання числових значень на координатній сітці, послідовне з'єднання точок плавною лінією.

Будують графіки в прямокутній системі координат. Кожен ряд розподілу містить два елементи: на осі “Х” відкладають значення або порядок ознаки, на осі “У” – частоту.

Для зображення динаміки явищ, процесів, а також для порівняння ознак використовують діаграми. Діаграми можуть бути лінійні, стовпчикові

(вертикальні, горизонтальні), стрічкові та секторні. Окрім площинних часто використовують об'ємні діаграми.

При підготовці до практичного заняття та виконанні індивідуального завдання необхідно усвідомитись, що вибір методів наукового дослідження слід здійснювати виходячи з виду наукового дослідження, теми та мети. Методика має сконцентруватися на технічній стороні наукового дослідження та регламентації дій дослідника, яку потрібно детально описати в роботі. Результати проведеного дослідження оформити відповідно до вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» розділом кваліфікаційної (наукової) роботи «ВСТУП». У ВСТУПІ кваліфікаційної роботи необхідно не тільки назвати, які використовувалися методи дослідження, а й вказати на якому етапі наукового дослідження і з якою метою був використаним (планується використовувати) той чи інший науковий метод для вирішення завдань дослідження.

5.5. Контрольні питання

1. Які Вам відомі методи наукових досліджень?
2. Охарактеризуйте послідовність виконання етапів науково-дослідної роботи.
3. Дайте характеристику основних етапів науково-дослідної роботи.
4. Дайте характеристику результатам основних етапів науково-дослідної роботи.
5. Правила оформлення результатів проведеного наукового дослідження.
6. Дайте характеристику теоретичних методів наукового дослідження.
7. Охарактеризуйте метод експертних оцінок.
8. Надайте коротку характеристику методу ранжирування.
9. Як класифікують методи дослідження?
10. Приведіть перелік теоретичних загальнонаукових методів.
11. Які етапи наукового пізнання охоплює загальний методологічний алгоритм процедури абстрагування?
12. Приведіть перелік емпірико-теоретичних загальнонаукових методів дослідження.
13. Що таке емпіричні загальнонаукові методи аналізу?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6

Тема: НАУКОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

6.1. Ціль заняття

Ознайомити студентів з поняттям «науковий експеримент», як метод наукових досліджень.

Сформувати у студентів уміння обробляти результати експерименту та використовувати ці навички на практиці.

6.2. Теми докладів, повідомлень та дискусій:

1. Експериментальні дослідження.
2. Метод найменших квадратів
3. Метод виключення перешкод
4. Метод оновлюваної середньої
5. Метод ковзної середньої
6. Метод експоненційного згладжування
7. Критерії відсіювання завідомо помилкових даних
8. Критерій Н.В. Смірнова
9. Критерій Діксона
10. Критерій Ст'юдента.

6.3. Індивідуальне завдання

Підготувати до обробки експериментальні дані, одержані експериментально при виконанні кваліфікаційної (наукової) роботи заданим методом або іншого дослідження.

6.4. Методичні рекомендації

При підготовці до практичного заняття та виконанні індивідуального завдання необхідно усвідомитись, що експеримент має складну структуру: гіпотеза → формулювання предмета експериментального дослідження → розробка програми експериментального дослідження → розробка методики (вибір методичної схеми, визначення тривалості) і розробка плану створення експериментальних ситуацій (вибір об'єктів, визначення послідовності процедур) → реалізація програми (створення

експериментальної ситуації, спостереження і контроль) → аналіз результатів (отримання сумарного результату, факторний аналіз результату, оцінювання реального і пізнавального результатів).

Експеримент – це особливий вид дослідження, спрямованого на перевірку наукових гіпотез – припущень імовірного характеру, які потребують доведення. Без гіпотез немає експерименту, як немає його і без доведення, що відповідає вимогам логіки наукового мислення. Експеримент передбачає таку організацію дослідження, яка забезпечує валідність і надійність одержуваних висновків. На рис. 6.1 схематично зображені основні типи і види наукових досліджень і показане місце, яке займає серед них експеримент.

З рисунка видно, що існує два основних типи наукових досліджень. Останні, у свою чергу, розподіляються на чотири види, зображені на рис. 6.1 системою блоків, з'єднаних стрілками:

- а) теоретичні, описово-гіпотетичні;
- б) теоретичні, пояснювально-гіпотетичні;
- в) практичні, неекспериментальні, описово-гіпотетичні;
- г) практичні, експериментальні, пояснювально-доказові.

Під час підготовки, організації і проведення експерименту особлива увага повинна бути звернена на гіпотези, точність визначення належних до них понять, логіку доведення і побудови експерименту. Яким вимогам усе це повинне відповідати, щоб можна було одержати достовірні результати? Які типові помилки, що знижують цінність експерименту, зустрічаються тут?

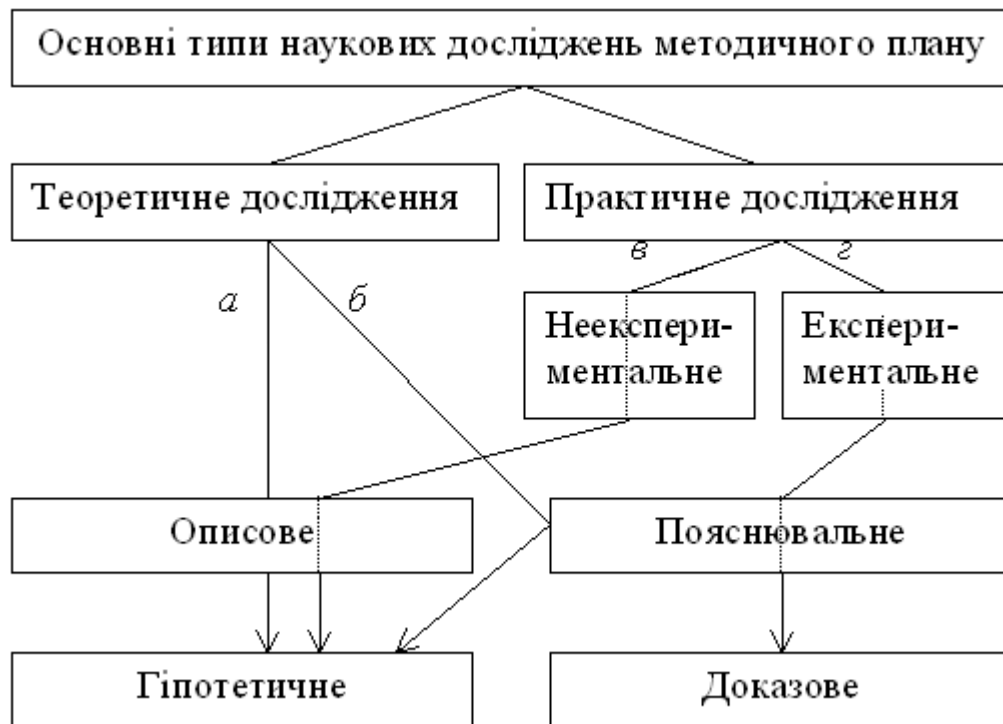


Рисунок 5.1 - Основні типи наукових досліджень.

Наукова гіпотеза завжди виходить за межі простої реєстрації фактів, служить їх поясненню і прогнозуванню. Гіпотеза утверджує якусь думку і вважається нетривіальною, якщо протилежне їй за змістом судження до експериментальної перевірки настільки ж правдоподібне, як і сама гіпотеза.

Вимоги, що утворюють умови наукової спроможності гіпотези, є такими:

- 1) гіпотеза має пояснювати все коло явищ, включених до обсягу і змісту належних до неї понять;
- 2) вона повинна бути принципово перевірюваною, тобто довідною експериментально;
- 3) формулювання гіпотези має бути максимально простим, не містити в собі невизначених або неоднозначно трактованих термінів.

Точне формулювання гіпотез - найважливіша фаза наукового дослідження. Помилка в гіпотезі може звести нанівець результати всього експерименту. У ретельно продуманому експерименті звичайно є не одна, а декілька супідрядних гіпотез, що утворюють ієрархічно побудовану систему (рис. 6.2).

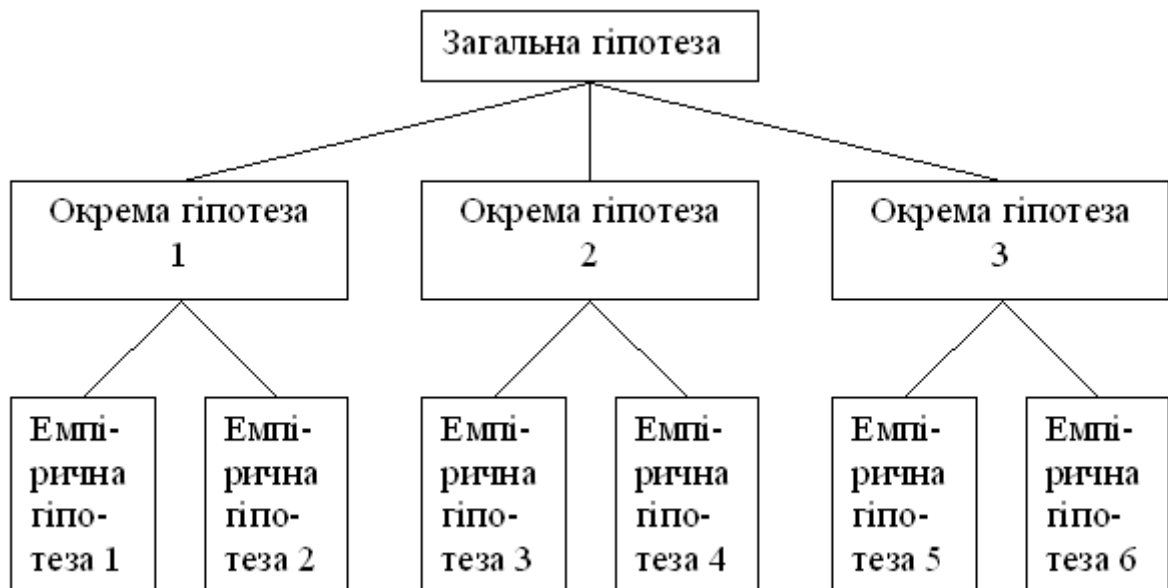


Рисунок 6.2 - Ієрархічно побудована система супідрядних гіпотез

Верхній рівень в ієрархії займає загальна гіпотеза, що безпосередньо впливає з теорії і містить нове теоретичне твердження, сформульоване в узагальненому вигляді. За загальною гіпотезою йдуть окремі, що розкривають її зміст. З окремих гіпотез, у свою чергу, впливають емпіричні, тобто безпосередньо в досвіді перевірювані наслідки. В експерименті повинні бути присутні гіпотези всіх трьох зазначених рівнів, і їх наявність – одна з ознак коректно проведеного експерименту. Особливо важливо, щоб обсяг і зміст понять, використаних у формулюваннях емпіричних гіпотез-наслідків, відповідали аргументам, які дослідник має намір одержати і застосувати для доведення запропонованих гіпотез.

Мова, якою формулюються гіпотези, має бути конкретною, стислою і ясною. Якщо дослідник змушений користуватися багатозначними термінами, поняттями повсякденної мови або новими, то він повинний перекласти їх мовою науки, визначити відповідно до вимог логіки через уже відомі, однозначні і точні поняття.

Для обробки результатів експериментального дослідження найчастіше використовують статистичні методи.

Методи обробки та аналізу результатів дослідження – це способи перетворення емпіричних даних, одержаних в ході дослідження, з метою їх змістовного аналізу, перевірки гіпотез та інтерпретації.

Дану групу методів можна розподілити на методи статистичного аналізу інформації (розрахунок розподілу ознак, середніх величин, кореляційний,

регресивний, факторний, дисперсійний аналіз), а також методи моделювання та прогнозування.

Результати вимірювань – це випадкові величини, тобто в ході експерименту інформація спотворена перешкодами, і за одних і тих же умов можна отримати різні дані. Зміст попередньої обробки даних полягає у відсіюванні грубих похибок і оцінці достовірності результатів вимірювань. Попередня обробка результатів вимірювань необхідна для того, щоб надалі, при побудові функцій відгуку, з найбільшою ефективністю використовувати статистичні методи і коректно аналізувати отримані результати.

Завданням попередньої обробки даних є перевірка відповідності результатів вимірювання нормальному закону і визначення параметрів цього розподілу. Якщо відгук системи суперечить нормальному розподілу, то слід визначити, якому закону розподілу підлягають дослідні дані або, якщо це можливо, перетворити досліджуваний розподіл до нормального вигляду.

Для найбільш узагальненого описання статистичних даних використовують середні показники.

Середнє арифметичне обчислюють за формулою:

$$M = \frac{x_i}{N},$$

де i - кількість окремих елементів сукупності;

x - частота проявлення окремої сукупності;

N - кількість членів сукупності (об'єм сукупності).

Середнє арифметичне дозволяє: охарактеризувати сукупність, що вивчається, одним числом; порівняти окремі величини з середнім арифметичним; визначити тенденцію розвитку будь-якого явища; порівняти різні сукупності; обчислити інші статистичні показники.

Метод найменших квадратів. Для обробки експериментальних даних найчастіше на практиці використовують метод найменших квадратів - один з методів теорії помилок, що використовується для оцінки невідомих величин за наслідками вимірювань, що містить випадкові помилки (спричиняються різного роду випадковими причинами, які діють при кожному з окремих вимірювань непередбаченим чином). Нині цей метод є одним з найважливіших розділів математичної статистики і широко використовується для статистичних висновків в різних областях науки і техніки.

Суть методу найменших квадратів (по Гаусу) полягає в припущенні, що «збиток» від заміни точного (невідомого) значення фізичної величини m її

наближеним значенням X , обчисленим за наслідками спостережень, пропорційний квадрату помилки: $(X - m)^2$.

Оптимальною оцінкою визнають величину X , позбавлену систематичної помилки, для якої середнє значення «збитку» мінімальне. Задачу пошуку оптимальної оцінки звужують і як X вибирають лінійну функцію від результатів спостережень, позбавлену систематичної помилки, і таку, для якої середнє значення «збитку» мінімальне в класі всіх лінійних функцій. Якщо випадкові помилки спостережень мають нормальний розподіл і оцінювана величина m залежить від середніх значень результатів спостережень лінійно, то рішення цієї задачі одночасно буде і рішенням загальної задачі. Оцінка X , обчислена згідно методу найменших квадратів — найвірогідніше значення невідомого параметра m .

Метод найменших квадратів дає найбільш бажаний результат тоді, коли випадкова помилка має порівняно невелику величину. В іншому разі необхідним є проведення попередньої обробки експериментальних даних, яка полягає в наступному: вихідні записи випадкових величин згладжуються певним способом, що дає змогу виявити основну тенденцію у їхній зміні.

Метод виключення перешкод. Метод виключення перешкод полягає у проведенні на око середньої лінії, яка враховує тільки основні коливання змінної. Інформація, що надалі буде зніматись із цієї середньої лінії, при математичній обробці даних буде використовуватись як вихідна. Значення випадкової величини, що не збігаються із середньою лінією, прямо не впливатимуть на подальші висновки.

Метод оновлюваної середньої. Метод оновлюваної середньої полягає у використанні рекурентної формули для обчислення середнього арифметичного. Якщо випадкова величина x надходить у вигляді дискретних вимірів і для $(N - 1)$ - го виміру обчислено середнє значення, то поява нового виміру змінює попереднє середнє значення на величину

$$\frac{1}{N}(x_N - x_{N-1}).$$

При згладжуванні цим методом у кожній точці на часовій осі виміряне значення замінюється на середнє, розраховане на даний момент часу.

Послідовність обчислених за рекурентною формулою середніх значень є позбавленим від перешкод рядом вимірів змінної x , який використовується при подальшій обробці.

Метод ковзної середньої. Метод ковзної середньої полягає в послідовному усередненні на деякому інтервалі значень вимірюваної величини x . Рухаючи уздовж осі часу для всіх точок, що попали в нього, відповідні значення x_i замінимо середніми значеннями; віднесемо ці значення до середини відповідного інтервалу. Операція згладжування виконується за формулою:

$$\bar{x}_{i+\frac{l}{2}} = \frac{1}{l+1} \sum_{k=0}^l x_{i+k}; \quad k = 0, 1, 2, \dots, l,$$

де i – номер інтервалу;

$(l+1)$ – число вимірювань у i -тому інтервалі;

$(i + \frac{l}{2})$ – номер замінюваного вимірювання.

Якщо попередня оцінка виконана невдало і після згладжування залишаються перешкоди, утворені дані знову можна піддати усередненню і робити це багаторазово, до бажаного результату.

Метод експоненційного згладжування. Цей метод має найширші можливості. Тут використовують наступні формули:

$$\bar{x}_N = \alpha \cdot x_N + (1 - \alpha) \bar{x}_{N-1} \quad \text{або} \quad \bar{x}_N = \bar{x}_{N-1} + \alpha \cdot (x_N - \bar{x}_{N-1}),$$

де α – параметр згладжування, який вибирається в діапазоні $0 \dots 1$.

Тут обчислювана середня заміняє відповідне значення вимірюваної змінної.

Від величини α залежать згладжуючі властивості методу. При різних α можна добувати з вихідної інформації високочастотні або низькочастотні складові. Таким чином, з'являється можливість боротися з низько- і високочастотними шумами, тобто зі швидко- і повільнозмінними у часі перешкодами.

При малих, близьких до нуля значеннях α , сукупність обчислених середніх відобразить низькочастотні зміни вимірюваної змінної, позбавивши їх швидкозмінних перешкод. У цьому випадку говорять про *інерційне згладжування*, при якому обчислювана середня мало залежить від останнього вимірювання і значною мірою від середньої, утвореної на попередньому кроці.

Якщо обрана величина α є близькою до 1 (наприклад, становить 0,6), то згладжування буде малоінерційним, значення будуть ближчими до вимірюваних значень x , тобто високі частоти зберігатимуться.

Критерій відсіювання завідомо помилкових даних. Дані, які відповідають умовам, що змінилися, називають грубими помилками або значеннями, що різко виділяються (аномальними). У разі відсіву грубих помилок формулюється нульова гіпотеза: H_0 : "Серед результатів спостережень (вибіркових, дослідних даних) немає значень, що різко виділяються (аномальних)".

Альтернативною гіпотезою може бути: або $H_1^{(1)}$: "Серед результатів спостережень є тільки одна груба помилка" або $H_1^{(2)}$: "Серед результатів спостережень є дві або більш грубих помилок". Найпоширенішими і теоретично обґрунтованими в цьому випадку є

- критерій Н.В. Смірнова (використовується при $H_1^{(1)}$);
- критерій Діксона (застосовується як при $H_1^{(1)}$ так і при $H_1^{(2)}$).

При виконанні індивідуального завдання як вихідні дані беруть результати експериментальних досліджень, виконаних у рамках магістерської роботи, або данні інших експериментальних досліджень. Вихідні дані та метод обробки необхідно попередньо погодити із викладачем.

6.5. Контрольні питання

1. Охарактеризуйте статистичні методи обробки результатів експерименту.
2. Поясніть використання критерію Ст'юдента.
3. Поясніть використання критерію Н.В. Смірнова.
4. Поясніть використання критерію Діксона.
5. Дайте характеристики відомих Вам експериментальних методів досліджень.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Тема: ПЕРВИННА ОБРОБКА ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ

7.1 Ціль заняття

Ціллю заняття є надати студентам вміння використання простих прийомів статистичної обробки результатів спостережень та сформулювати у студентів вміння статистичної обробки експериментальних даних:

- групування даних;
- отримання вибірових характеристик;
- знаходження довірчих інтервалів при заданому рівні значущості.

7.2 Основні теоретичні відомості

Вибіркою об'ємом n для цієї випадкової величини ξ називають послідовність $x_1, x_2, \dots, x_n$ незалежних спостережень цієї величини.

Варіантами називають спостережувані значення x_i .

Варіаційним рядом називається послідовність варіант, записаних в зростаючому порядку.

Частота позначається v_i і дорівнює числу спостережень варіанти x_i .

Об'єм вибірки рівний $n = \sum_{i=1}^k v_i$, де k — число різних значень варіант, спостережуваних в досвіді.

Відносними частотами (частотями) називається відношення відповідних частот до об'єму вибірки: $\omega_i = v_i / n$.

Статистичною функцією розподілу випадкової величини X називають функцію, що визначає для кожного значення x відносну частоту події $X < x$

$$P(X < x) = F^*(x) = \frac{v_x}{n} = \omega_x. \quad (7.1)$$

Показано (теорема Гливленко), що при $n \rightarrow \infty$ статистична функція розподілу прагне по вірогідності до інтегральної функції $F_n^*(x) \xrightarrow{p} F(x)$, а властивості розподілу $F_n^*(x)$ є аналогічними властивостям $F(x)$.

Якщо вибірка є досить великою, то побудований на її основі варіаційний ряд є незручним для подальшого статистичного аналізу. В цьому випадку будують так званий групований статистичний ряд.

Малою вибіркою називають таку вибірку, при обробці якої методами, що засновані на групуванні спостережень, не можна досягти заданої точності і достовірності.

Великою вважають таку вибірку, при обробці якої можна перейти до групування спостережень без відчутної втрати інформації і досягнути задані значення точності і достовірності.

При групуванні даних дотримуються певні правила:

1. Об'єм вибірки має бути досить великий ($n \geq 50$).
2. Число інтервалів групування m (число груп) має знаходитися в інтервалі $5 \leq m \leq 20$.
3. Необхідно, по можливості, охоплювати усю область даних.
4. Інтервали групування не повинні перекриватися. Не повинно виникати ніяких сумнівів відносно того, в який інтервал потрапляє будь-яке значення.

Існує безліч різних формул для визначення оптимального числа груп m вибірки об'ємом n , приведемо одну з них - формулу "Стерджесса" :

$$m = 1 + \log_2 n. \quad (7.2)$$

Побудувавши гістограму відносних частот (частот) - аналог щільності розподілу, ми зможемо оцінити вид розподілу емпіричної вибірки.

На наступному етапі аналізу даних оцінимо числові (точкові) характеристики вибірки. Для встановлення якості або "правильності" будь-якої оцінки використовуватимемо властивості (вимоги) «добрих» оцінок: незміщеність, ефективність і спроможність.

Числові характеристики емпіричного розподілу називають вибірковими характеристиками. Розглянемо деякі з них:

- вибіркове середнє

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (7.3)$$

- вибіркова дисперсія (незміщена) і середнє квадратичне відхилення

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; \quad (7.4)$$

$$S = \sqrt{S^2} \quad (7.5)$$

- вибіркового коефіцієнта асиметрії

$$Sk = \frac{\mu_3}{S^3}; \mu_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3, \quad (7.6)$$

- вибіркового коефіцієнта ексцесу

$$Ex = \frac{\mu_4}{S^4} - 3; \mu_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4. \quad (7.7)$$

Вичислені характеристики не дозволяють судити про міру близькості вибірових значень до оцінюваного параметра. Більш прийнятнішою є процедура побудови інтервалу, який накриває оцінюваний параметр з відомою мірою достовірності. Такий підхід називають "Інтервальним оцінюванням".

Розглянемо шукану процедуру. Нехай для параметра a отримано незміщену оцінку $\tilde{a}$. Оцінимо можливу при цьому помилку. Призначимо досить велику вірогідність β (наприклад: $\beta = 0.95, 0.97, 0.99 \dots$), таку, що подію з вірогідністю β можна вважати практично достовірною. Тепер знайдемо таке значення ε , для якого виконується співвідношення

$$P(|\tilde{a} - a| < \varepsilon) = \beta. \quad (7.8)$$

Виразимо діапазон можливих значень помилки, обумовлений заміною a на $\tilde{a}$, в явному виді, причому, помилки великі за абсолютною величиною ε з'являтимуться з малою вірогідністю $\alpha = 1 - \beta$:

$$P(\tilde{a} - \varepsilon < a < \tilde{a} + \varepsilon) = \beta. \quad (7.9)$$

Таким чином, з вірогідністю β невідоме значення параметра a потрапляє в інтервал

$$I_\beta = (\tilde{a} - \varepsilon; \tilde{a} + \varepsilon). \quad (7.10)$$

Вірогідність β прийнято називати довірчою вірогідністю, а інтервал I_β - довірчим інтервалом.

Вважаючи емпіричну вибірку об'єму n розподіленою за нормальним законом, побудуємо довірчі інтервали для математичного очікування і дисперсії :

а) довірчий інтервал для математичного очікування нормального розподілу $N(m_x, \sigma_x)$ при відомій дисперсії визначається таким чином.

Розглянемо статистику $U_{\alpha/2}$ і $U_{1-\alpha/2}$ що має нормальний розподіл $N(0, 1)$. Отже, згідно (7.9) запишемо

$$P(U_{\alpha/2} < U < U_{1-\alpha/2}) = \beta = 1 - \alpha, \quad (7.11)$$

де $U_{\alpha/2}$ і $U_{1-\alpha/2}$ - квантилі стандартного нормального розподілу .

Запишемо нерівність (7.11), що виконується з вірогідністю $1 - \alpha$ відносно m_x :

$$\bar{x} - \frac{\sigma}{\sqrt{n}} U_{\alpha/2} < m_x < \bar{x} + \frac{\sigma}{\sqrt{n}} U_{1-\alpha/2}. \quad (7.12)$$

Оскільки квантилі нормального розподілу пов'язані співвідношенням $U_{\alpha/2} = -U_{1-\alpha/2}$ визначаються по таблицях, остаточно отримаємо

$$\varepsilon = U_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; I_\beta = (\bar{x} - \varepsilon; \bar{x} + \varepsilon). \quad (7.13)$$

б) довірчий інтервал для математичного очікування нормального розподілу $N(m_x, \sigma_x)$ при невідомій дисперсії визначають таким чином.

Оскільки дисперсія є невідомою, то безпосередньо скористатися нормальним розподілом $N(m_x, \sigma_x)$ не можна. Проте відомо, що випадкова величина

$$t = \frac{(\bar{x} - m_x)}{S} \sqrt{n},$$

де S — незміщена оцінка вибіркового середньоквадратичного відхилення має розподіл Стюдента (t — розподіл) з числом ступенів свободи $k = n - 1$.

Для знаходження довірчого інтервалу зажадаємо, щоб виконувалася рівність аналогічна (7.11):

$$P = \left(\left| \frac{(\bar{x} - m_x)}{S} \sqrt{n} \right| < t \right) = \beta = 1 - \alpha, \quad (7.15)$$

Величина визначається по таблицях розподілу Стюдента для заданого рівня значущості (довірчій вірогідності) і числа ступенів свободи k . Квантилі розподілу Стюдента пов'язані співвідношенням аналогічним нормальному розподілу: $t_{\alpha/2} = -t_{1-\alpha/2}$. Запишемо нерівність у вираженні (7.15) відносно:

$$\bar{x} - t_{\alpha/2, k} \frac{S}{\sqrt{n}} < m_x < \bar{x} + t_{1-\alpha/2, k} \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (7.16)$$

Таким чином, для математичного очікування нормального розподілу з невідомою дисперсією, довірчий інтервал визначається співвідношенням (7.15), а значення ε дорівнює:

$$\varepsilon = t_{1-\alpha/2, k} \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (7.17)$$

с) Довірчий інтервал для оцінки дисперсії за вибірковою дисперсією S^2 для нормального розподілу будується аналогічно вираженню (7.11):

$$P(\sigma_1^2 < \sigma^2 < \sigma_2^2) = \beta = 1 - \alpha. \quad (7.18)$$

Вибіркова дисперсія і дисперсія нормального розподілу пов'язані наступним співвідношенням:

$$kS^2 = \chi^2 \cdot \sigma^2, \quad (7.19)$$

де випадкова величина χ^2 - має "хі-квадрат" розподіл з $k = n - 1$ ступенями свободи. Звідси витікає, що квантілі σ_1^2 і σ_2^2 визначатимуться по таблицях розподілу χ^2 . Для заданої довірчої вірогідності або, що є тотожним, для рівня значущості зажадаємо, щоб площа під кривою, що лежить лівіше за лівий квантиль, дорівнювала площі під кривою, розташованою правіше за правий квантиль, тобто:

$$P(\chi^2 < \chi_1^2) = P(\chi^2 > \chi_1^2) = \frac{1-\beta}{2} = \frac{\alpha}{2}. \quad (7.20)$$

Тоді з (7.19), враховуючи (7.20), отримаємо відповідні межі інтервалу :

$$\sigma_1^2 = \frac{k \cdot S^2}{\chi_{1-\alpha/2, k}^2}; \quad \sigma_2^2 = \frac{k \cdot S^2}{\chi_{\alpha/2, k}^2}. \quad (7.21)$$

7.3 Завдання на практичне заняття

1. Вивчити основні модулі системи Statistica 6.0.
 - ознайомитися з графічними можливостями програми, візуалізацією початкових даних і результатів аналізу;
 - навчитися автоматично створювати звіт в системі Statistica.
2. Провести первинний статистичний аналіз випадкових даних:
 - отримати випадкову вибірку заданого об'єму із заданим законом розподілу;
 - дослідити різні способи групування даних;
 - вичислити (отримати) основні вибіркові (точкові) характеристики;
 - вважаючи випадкову вибірку розподіленою за нормальним законом, вичислити довірчі інтервали для математичного очікування і дисперсії при заданій довірчій вірогідності.

Конкретні завдання для кожного варіанту приведені в таблиці. 2.1.

Варіанти завдань видає викладач, що проводить лабораторні заняття.

У таблиці прийняті наступні позначень:

$N(m_x, \sigma_x)$ — розподіл гауса з відповідним математичним очікуванням і середнім квадратичним відхиленням;

$R[l, u]$ — рівномірний розподіл на інтервалі від l до u ;

$E(\lambda)$ — показове (експоненціальний розподіл) з відповідним параметром .

Таблиця 7.1 – Варіанти завдань до практичного заняття №7

№	Розподіл	n	β	№	Розподіл	n	β
1	N(5,3)	105	0.9	14	R [- 5,-1]	160	0.83
2	R[1,5]	110	0.91	15	E [0.333]	166	0.84
3	E[5]	125	0.92	16	N(- 2,10)	175	0.85
4	N(2,10)	115	0.93	17	R [40, 100]	170	0.86
5	R [4, 10]	122	0.94	18	E [0. 11]	177	0.87
6	E [0.2]	130	0.95	19	N(15,25)	134	0.88
7	N(15,2)	135	0.96	20	R [35,60]	143	0.89
8	R [5,20]	140	0.97	21	E[10]	177	0.9
9	E[1]	137	0.98	22	N(11,11)	144	0.91
10	N(12,1)	145	0.99	23	R [0,1]	155	0.92
11	R [4, 15]	147	0.80	24	E[3.33]	180	0.93
12	E[0.1]	150	0.81	25	N(- 5,1)	185	0.94
13	N(- 5,3)	111	0.82	26	R [- 5,5]	190	0.95

7.4 Методичні рекомендації

Первинну обробку емпіричних даних можна провести, використовуючи дані (файл) з теки StatSoft\STATISTICA 6\Examples, проте при виконанні лабораторної роботи рекомендується створити новий файл (вибірку).

7.4.1 Створення файлу даних

Запустити програму Statistica і послідовно виконати команди *File* → *New*. У меню *Create New Document*, що сплигло, заповнити поля *Number of variable* - 1; *Number of cases* - 125; *As a stand - alone window*.

Буде створено порожню таблицю (файл даних), що складається з одного стовпця і 125 рядків. Документ можна зберегти - *Save as* Lab 1.sta.

Заповнимо таблицю даними, розподіленими згідно з $N(m_x, \sigma_x)$ законом. Для цього правою клавішею миші треба клацнути по імені змінної. У меню, що сплигло, вибрати опцію *Variable Specs....*, потім в меню змінної в нижньому полі *Long name ...* задамо вид функції *Functions* розподілу випадкових даних :

=VNormal(Rnd(1);5;3) $N(5, 3)$;

Можна задати інші закони розподілу емпіричних даних, наприклад:

=Rnd(100) - рівномірно розподілені на [0; 100];

= VExpon(Rnd(1);5) - показовий розподіл $\lambda = 5$.

7.4.2 Побудова варіаційного ряду

Для побудови варіаційного ряду треба правою клавішею миші клацнути по імені змінної і в меню, що сплило, вибрати опцію *Sort Cases*. Не забудьте вказати напрям сортування - від меншого, до більшого. При необхідності зберегти початкові дані, варіаційний ряд можна побудувати в наступній змінній, заздалегідь скопіювавши в неї дані. На жаль, аналізувати варіаційний ряд великої вибірки досить складно, тому застосуємо групування даних.

7.4.3 Групування даних

У програмі існують різні модулі для групування даних і побудови різних графіків. Перш, ніж групувати дані, якісно оцінимо, наскільки вибірка, що розглядається, є близькою до нормального розподілу. З цією метою побудуємо графік на нормальному імовірнісному папері. Виконаємо послідовно команди *Statistics*→*Basic Statistics/Tables*→*Descriptive Statistics*→*Normal probability plot*; *Variable* - Normal (див. рис. 7.1).

Для групування даних скористаємося командами *Graphs*→*Histograms*→*2D Histograms*. У меню, що відкрилося, виберемо опції *Variables* - Normal, *Graph type* - Regular, *Fit type* - Normal, *Categories* - 50 (число інтервалів групування). Опція *Fit type* будуватиме на гістограмі частот теоретичну криву, що має ті ж параметри, що і початкові дані. Побудовані графіки можна відредагувати і зберегти (див. рис. 7.2).

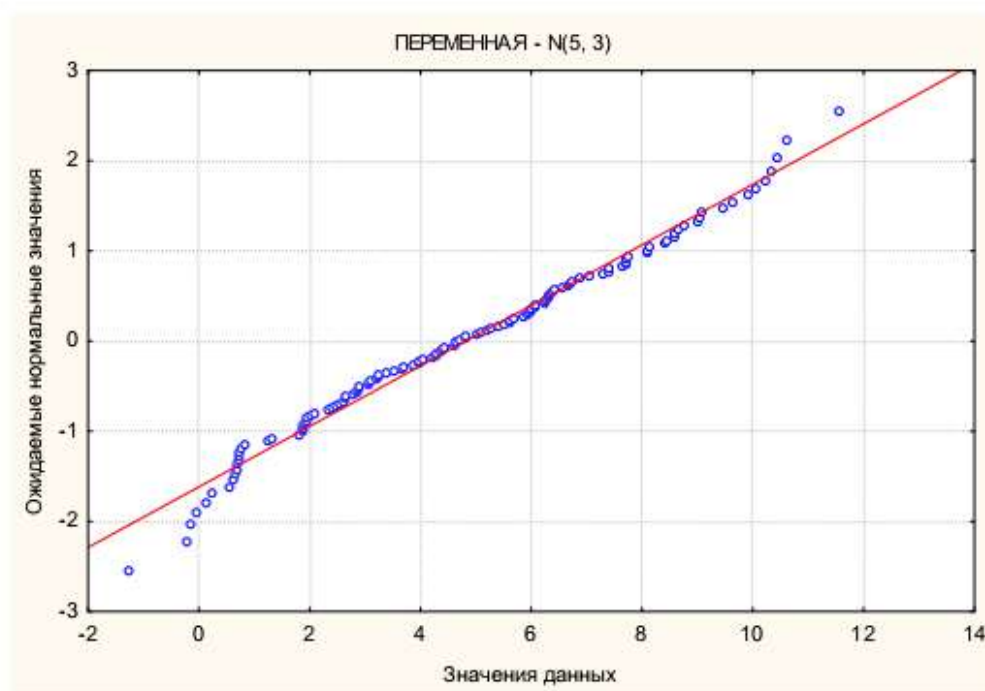


Рисунок 7.1 - Графік початкової вибірки на нормальному імовірнісному папері

При аналізі графіку слід врахувати, чим ближчими є початкові дані до нормального розподілу, тим точніше вони ляжуть на теоретичну пряму.

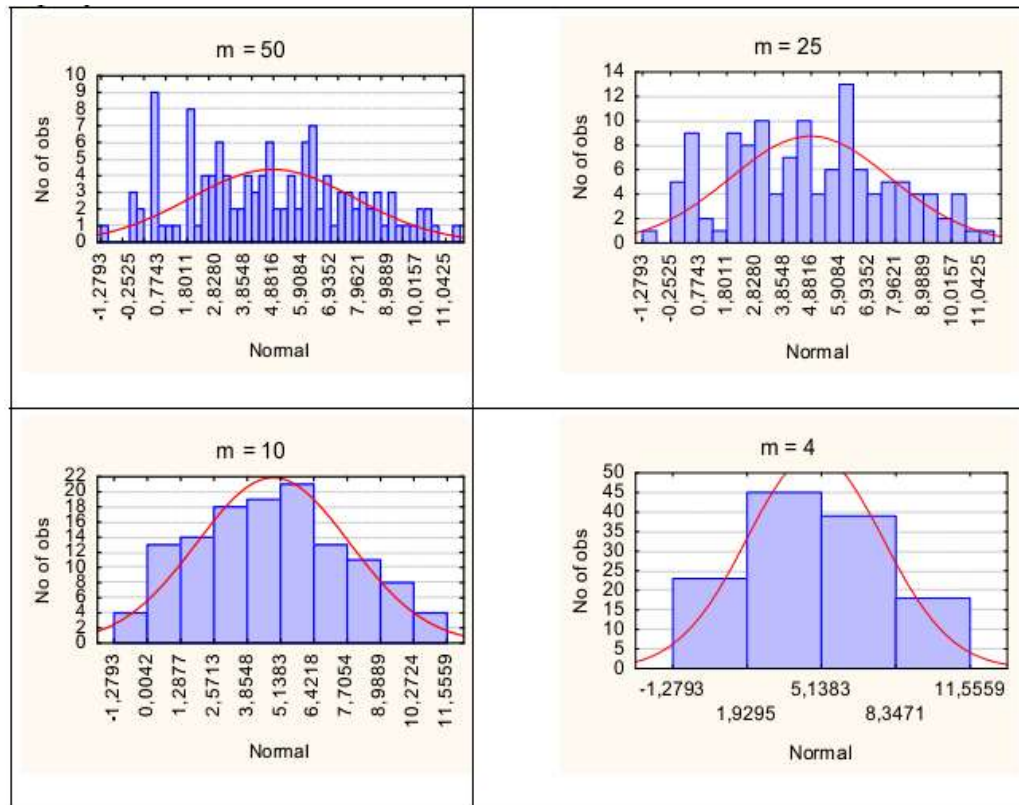


Рисунок 7.2 - Гістограма частот (групованих)

На приведених гістограмах (рис. 7.2) суцільною лінією зображено нормальний розподіл з параметрами рівними вибіровим характеристикам.

7.4.4 Числові (точкові) характеристики вибірки

Розрахунок характеристик вибірки здійснимо за допомогою модуля *Basic Statistics/Tables* і процедури цього модуля *Descriptive Statistics*. У меню, що відкрилося, виберемо ім'я змінної - Normal і перейдемо на вкладку *Advanced*. Тут можна вибрати характеристики, які вивчають, але, натиснувши клавішу *Select all stats*, виберемо усі. Відмітимо, що разом з точковими характеристиками тут розраховуються межі довірчого інтервалу математичного очікування вибірки при невідомій дисперсії: *Interval - 95%*. За умовчанням довірна вірогідність дорівнює 95 %, при необхідності цей параметр можна змінити. Усі характеристики зведені в таблицю (рис. 7.3).

Variable	Descriptive Statistics (Lab_1.sta)								
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Geometric Mean	Harmonic Mean	Median	Mode	Frequency of Mode
Normal	125	4,820884	4,302997	5,338772		7,979789	4,645610	Multiple	1

Рисунок 7.3 - Вибіркові характеристики початкових даних

7.4.5 Інтервальне оцінювання

Оскільки процедури знаходження довірчого інтервалу для математичного очікування при відомій дисперсії і знаходження довірчого інтервалу для оцінки дисперсії по вибірковій дисперсії для даних, розподілених за нормальним законом, в пакеті Statistica не реалізовані, проведемо ці розрахунки вручну:

- визначення довірчого інтервалу для математичного очікування нормального розподілу $N(m_x, \sigma_x)$ при відомій дисперсії;

Згідно з вираженням (7.13) необхідно визначити квантиль розподілу

Для цього скористаємося калькулятором вірогідності : Statistica→Probability Calculator→Distributions. У вікні, що відкрилося, виберемо розподіл Z (Normal), потім виберемо опцію Two - tailed, а у вікні p : - відповідне значення довірчої вірогідності і команду *Compute*. Відповідне значення квантиля $U_{1-\alpha/2}$ отримаємо у вікні X :

При необхідності є можливість роздрукувати графік розподілу з відповідними квантилями - *Create Graph, Send to Report*.

- знаходження довірчого інтервалу для оцінки дисперсії по вибірковій дисперсії;

Для знаходження довірчого інтервалу (7.21) необхідно знайти квантилі розподілу $\chi^2_{1-\alpha/2,k}$ і $\chi^2_{\alpha/2,k}$. Як і раніше скористаємося калькулятором вірогідності і виберемо розподіл *Chi?* - "хі-квадрат". У полі df : - число ступенів свободи $k = n - 1$, в полі p : - відповідне значення, рівне половині рівня значущості $\alpha / 2$ і команду *Compute*. Для знаходження другого квантиля необхідно в полі p : - набрати значення рівне $1 - \alpha / 2$ і команду *Compute*. Другий квантиль можна знайти, не змінюючи поле p :, а виділивши поля *Invers* і $(1 - Cumulative p)$ і потім виконавши команду *Compute*.

Тепер, використовуючи інженерний калькулятор, наприклад (Windows Калькулятор Плюс), по формулах (7.12) і (7.21) визначимо межі відповідних інтервалів.

7.5 Контрольні питання

1. Якими є основні завдання математичної статистики?
2. Як пов'язаний об'єм вибірки з можливістю групування даних?
3. Як необхідно збільшити об'єм вибірки для збільшення оптимальної кількості інтервалів удвічі, згідно з формулою "Стерджесса"?
4. Якими є властивості емпіричної функції розподілу?
5. Які властивості мають "добрі оцінки"?
6. Чи можна задати значення довірчої вірогідності рівним одиниці?
7. Як пов'язаний параметр X з числовими характеристиками показового розподілу?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

Тема: ПЕРЕВІРКА СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ

8.1 Ціль заняття

Ціллю заняття є ознайомлення студентів з основними методами перевірки простих статистичних (параметричних і непараметричних) гіпотез, та відпрацювання навичок дослідження залежності прийняття (відхилення) нульової гіпотези від значення рівня значущості.

8.2. Основні теоретичні відомості

Розглянемо принцип практичної упевненості, що лежить в основі статистичних методів перевірки гіпотез: якщо вірогідність події A в цьому випробуванні є дуже малою, то при одноразовому випробуванні можна бути упевненим в тому, що подія A не станеться, і в практичній діяльності поводитися так, як ніби, подія A взагалі є неможливою.

Згадаємо основні визначення і поняття:

Статистичною називають гіпотезу про вид невідомого розподілу або про параметри відомих розподілів.

Статистичним критерієм (чи просто критерієм) називають випадкову величину K , яка служить для перевірки гіпотези.

Нульовою (основною) називають висунену гіпотезу H_0 .

Конкуруючою (альтернативною) називають гіпотезу, яка суперечить висуненій нульовій гіпотезі, і позначається H_1 .

При перевірці гіпотези можливі два типи помилок.

- по-перше, гіпотеза може бути відхилена, хоча фактично вона є вірною. Така помилка називається помилкою першого роду;
- по-друге, гіпотеза може бути прийнята, хоча фактично вона є невірною. Така помилка називається помилкою другого роду.

Потужність критерію дорівнює значенню $1 - \beta$, де β - вірогідність помилки другого роду.

8.2.1 Перевірка параметричних гіпотез

Гіпотеза про рівність (відмінності) двох вибірових середніх

Нехай дана вибірка з n_1 значень нормально розподіленої випадкової величини (ВВ) X і n_2 значень нормально розподіленої ВВ Y , причому

$$X \Rightarrow N(m_x, \sigma_x^2); Y \Rightarrow N(m_y, \sigma_y^2).$$

Необхідно перевірити гіпотезу $H_0: m_x = m_y$, проти гіпотези $H_1: m_x \neq m_y$ при заданому рівні значущості α .

Доведено, що вибірові середні $\bar{x}$ і $\bar{y}$ є ефективними і незміщеними оцінками відповідних математичних очікувань з відповідними дисперсіями: σ_x^2 і σ_y^2 . Проте на практиці дисперсії σ_x^2 і σ_y^2 є невідомими. Тоді скористаємося об'єднаною оцінкою $\sigma^2 \Rightarrow S^2$, отриманою з обох вибірок:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2}. \quad (8.1)$$

Як статистику (оцінки) використаємо t — статистику (розподіл Стьюдента) з $k = n_1 + n_2 - 2$ ступенями свободи:

$$t_k = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S(\bar{x} - \bar{y})} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1} + \frac{S^2}{n_2}}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S \cdot \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}}}. \quad (8.2)$$

Тепер порівняємо отримане значення з відповідним значенням квантиля t_k , якщо $t_{k,1-\alpha/2} > t_k$, то приймаємо нульову гіпотезу, інакше нульова гіпотеза відкидається, і вважаємо справедливою альтернативну гіпотезу H_1 .

Зауваження: Для статистики Стюдента можна розглядати як двосторонні, так і односторонні критерії.

Критерій Фішера

Критерій Фішера застосовується при перевірці гіпотези про рівність дисперсій двох генеральних сукупностей, розподілених за нормальним законом. Гіпотези про дисперсії виникають досить часто, оскільки дисперсія характеризує такі виключно важливі показники, як точність машин, приладів, технологічних процесів, ризик, пов'язаний з відхиленням прибутковості активів від очікуваного рівня, і так далі

Сформулюємо завдання. Нехай є дві нормально розподілені сукупності, дисперсії яких рівні σ_1^2 і σ_2^2 . Необхідно перевірити нульову гіпотезу про рівність дисперсій, тобто $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ що відносно конкурує $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ або $H'_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Для перевірки гіпотези H_0 з цих сукупностей узято дві незалежні вибірки об'ємом n_1 і n_2 . Оскільки оцінки дисперсій і невідомі, скористаємося незміщеними вибірковими оцінками дисперсій σ_1^2 і σ_2^2 .

Тоді при справедливості гіпотези $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ в якості оцінки σ^2 можна узяти ті ж дисперсії S_1^2 і S_2^2 розраховані по елементах першої і другої вибірок.

Відомо, що вибіркові характеристики $\frac{(n_1-1) \cdot S_1^2}{\sigma^2}$ і $\frac{(n_2-1) \cdot S_2^2}{\sigma^2}$ мають розподіл χ^2 відповідно з $k_1 = n_1 - 1$ і $k_2 = n_2 - 1$ ступенями свободи, а їх

відношення $\frac{\frac{1}{k_1} \chi^2(k_1)}{\frac{1}{k_2} \chi^2(k_2)}$ має F — розподіл Фішера — Снедекора з k_1 , і k_2

ступенями свободи. Отже, випадкова величина F , визначувана відношенням:

$$F = \frac{\frac{1}{n_1 - 1} [(n_1 - 1) \cdot S_1^2 / \sigma^2]}{\frac{1}{n_2 - 1} [(n_2 - 1) \cdot S_2^2 / \sigma^2]} = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad (8.3)$$

тобто відношення незміщених вибірових дисперсій має F — розподіл Фішера — Снедекора з $k_1 = n_1 - 1$ і $k_2 = n_2 - 1$ ступенями свободи.

Очевидно, що при рівності дисперсій величина критерію дорівнюватиме одиниці. У інших випадках вона буде більше (менше) одиниці. При формуванні Критерію відхилення (прийняття) гіпотези H_0 слід врахувати, що розподіл статистики F (на відміну від нормального або розподілу Стюдента є несиметричним.)

Критерій Фішера $F(\alpha, k_1, k_2)$ - двосторонній критерій, і нульова гіпотеза $H_0: S_1^2 = S_2^2$ приймається (відкидається альтернативна гіпотеза $H_0: S_1^2 \neq S_2^2$) якщо $F(\alpha/2, k_1, k_2) < F < F(1 - \alpha/2, k_1, k_2)$.

8.2.2 Перевірка непараметричних гіпотез

Критерій згоди χ^2 -квадрат

Одним з найважливіших завдань математичної статистики є встановлення теоретичного закону розподілу випадкової величини по емпіричному розподілу, який являє собою варіаційний ряд.

Припущення про вид закону розподілу висуваються виходячи з теоретичних передумов, досвіду аналогічних досліджень, і, нарешті, на підставі графічного зображення емпіричного розподілу.

Параметри емпіричного розподілу, як правило, невідомі, тому їх замінюють вибірковими оцінками (незміщеними, ефективними і спроможними).

При порівнянні теоретичного і емпіричного розподілу неминучі розбіжності. Природно виникає питання, чи обумовлені ці розбіжності тільки випадковими чинниками, пов'язаними з обмеженим числом спостережень (об'ємом вибірки), або вони є істотними і обумовлені невдалим вибором теоретичного закону розподілу. Для відповіді на це питання і служать *критерії згоди*.

Критерій згоди хі-квадрат Пірсона є дуже загальним методом побудови тестів для перевірки різних гіпотез. Розглянемо початкову схему.

Введемо позначення:

$A_1, A_2, \dots, A_m$ — m можливих результатів деякого експерименту;

$p_1, p_2, \dots, p_m$ — вірогідність відповідних результатів, причому

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1;$$

n — число незалежних повторень експерименту;

$v_1, v_2, \dots, v_m$ — число появ відповідних результатів в n експериментах,

причому $\sum_{i=1}^m v_i = n$;

$p_1^0, \dots, p_m^0$ — гіпотетичні значення вірогідності, $p_i^0 > 0$, $\sum_{i=1}^m p_i^0 = 1$.

Вимагається за спостереженнями $v_1, v_2, \dots, v_m$ перевірити гіпотезу H про те, що вірогідності $p_1, p_2, \dots, p_m$ мають значення $p_1^0, \dots, p_m^0$, тобто $H_0: p_i = p_i^0, i = 1, \dots, m$.

Оцінками для $p_1, p_2, \dots, p_m \in \hat{p}_1 = v_1 / n, \dots, \hat{p}_m = v_m / n$. Мірою розбіжності між гіпотетичною і емпіричною вірогідністю приймається величина

$$X^2 = n \sum_{i=1}^m p_i^0 \left(\frac{\hat{p}_i - p_i^0}{p_i^0} \right)^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(\hat{v}_i - np_i^0)^2}{np_i^0} = \sum_{i=1}^m \frac{v_i^2}{np_i^0} - n. \quad (8.4)$$

Статистику X^2 називають статистикою хі-квадрат Пірсона, а процедура перевірки гіпотези полягає в тому, що якщо величина X^2 набула "занадто великого значення", тобто $X^2 \geq h$, то гіпотезу H_0 відхиляють. Інакше говоритимемо, що спостереження не суперечать гіпотезі. На питання, що означає "занадто велике значення", відповідає наступна теорема.

Теорема К. Пірсон.: Якщо гіпотеза H є вірною і $p_i^0 > 0$, $i = 1, \dots, m$, то при $n \rightarrow \infty$ розподіл статистики X^2 асимптотично підкоряється розподілу хі-квадрат з $m - 1$ ступенями свободи, тобто

$$P\{X^2 < x / H\} \rightarrow F_{m-1}(x) \equiv P\{\chi_{m-1}^2 < x\}. \quad (8.5)$$

Поріг h виберемо з умови: вірогідність помилки першого роду має бути малою - рівною вибраному значенню рівня значущості α :

$$P\{\text{отклонить } H / H \text{ верна}\} = P\{X^2 \geq h / H\} \cong P\{\chi_{m-1}^2 \geq h / H\} = \alpha,$$

звідки

$$h = \chi_{1-\alpha, m-1}^2 \quad (8.6)$$

- квантиль рівня $1 - \alpha$ розподілу хі-квадрат з $m - 1$ ступенями свободи.

На практиці випадкову вибірку з n незалежних спостережень згрупуємо по k — інтервалам, званим *інтервалами угруповання*. Число ступенів свободи розподілу хі-квадрат в цьому випадку рівно до (число інтервалів угруповання)

мінус число різних незалежних лінійних обмежень, накладених на спостереження:

- перше обмеження пов'язане з тим, що частота в останньому інтервалі угруповання повністю визначається частотами усіх інших інтервалів, тобто не є незалежною величиною;

- якщо гіпотетична (передбачувана) щільність - нормальна, з невідомим математичним очікуванням і дисперсією, то з'являться два додаткові обмеження, оскільки для підбору нормальної щільності ми використовуємо дві вибіркові оцінки $(\bar{x}, S^2)$.

Природно, при перевірці нормальності розподілу $m = k - 3$.

Критерій Колмогорова

При аналізі вибірок малого об'єму є неможливим застосування критерію χ^2 (групування даних буде некоректним). В цьому випадку часто використовують критерій Колмогорова, в якому в якості міри розбіжності між теоретичним і емпіричним розподілами розглядають максимальне значення абсолютної величини різниці між емпіричною функцією розподілу $F_n(x)$ і відповідною теоретичною функцією розподілу:

$$D = \max_{-\infty \leq x \leq \infty} |F_n(x) - F(x)|. \quad (8.7)$$

Оцінку D називають статистикою критерію Колмогорова.

Доведено, що яка б не була функція розподілу $F(x)$ безперервної випадкової величини X , при необмеженому збільшенні числа спостережень $n \rightarrow \infty$ вірогідність нерівності $P(D\sqrt{n} \geq \lambda)$ прагне до межі:

$$P(\lambda) = 1 - \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \cdot e^{-2k^2\lambda^2}. \quad (8.8)$$

Задаючи рівень значущості α , із співвідношення $P(\lambda)$ знаходимо відповідне критичне значення λ_α .

Розглянемо схему застосування критерію Колмогорова :

- на першому етапі будуються емпірична функція розподілу $F_n(x)$ і передбачувана теоретична функція розподілу $F(x)$;
- на другому етапі визначається міра розбіжності D між теоретичним і емпіричним розподілом по формулі (8.7) і обчислюється величина

$$\lambda = D\sqrt{n} . \quad (8.9)$$

– якщо розраховане значення λ виявиться більше за критичний λ_α , визначеного на рівні значущості α , то нульову гіпотезу H_0 про те, що випадкова величина X має заданий закон розподілу, відкидають (односторонній критерій). Якщо $\lambda < \lambda_\alpha$, то вважають, що гіпотеза H_0 не суперечить експериментальним даним.

Двохвибірковий критерій Колмогорова - Смирнова

Розглядаються дві вибірки випадкових величин:

$$X : x_1, x_2, \dots, x_{n_1} \text{ і } Y : y_1, y_2, \dots, y_{n_2} .$$

Перед дослідником стоїть питання: обидві вибірки витягнута з сукупності з одним і тим же законом розподілу вірогідності? Говорячи мовою математичної статистики, необхідно перевірити нульову гіпотезу $H_0 : F_{n_1}(x) = F_{n_2}(y)$ про збіг функцій розподілу вірогідності в двох вибірках. В якості міри розбіжності тут розглядається різниця двох емпіричних функцій розподілу вірогідності [2]:

$$D_n^* = \max |F_{n_1}(x) - F_{n_2}(y)|. \quad (8.10)$$

Статистика критерію Колмогорова-Смирнова має вигляд:

$$\lambda' = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \max |F_{n_1}(x) - F_{n_2}(y)|. \quad (8.11)$$

Гіпотезу H_0 відкидають, якщо фактично спостережуване значення статистики λ' є більшим за критичне λ'_α , тобто $\lambda' > \lambda'_\alpha$, і приймають в іншому випадку.

8.3 Завдання на практичне заняття

1. Підготувати файл даних відповідно до вказаного варіанту (див. таблицю. 8.1).
2. Рахуючи дані, розподіленими за нормальним законом, виділити дві вибірки об'ємом k_1 і k_2 .
3. Перевірити параметричні гіпотези (критерій Стюдента, критерій Фішера), змінюючи початкові вибірки так, щоб вибіркові середні і вибіркові дисперсії значущо/незначущо відрізнялися.
4. Перевірити критерій згоди Пірсона для початкових даних.
5. Перевірити тест Колмогорова-Смирнова для двох вибірок об'ємом k_1 і k_2 ; змінюючи початкові дані забезпечити рівність/нерівність емпіричних функцій розподілу.

Таблиця 8.1 - Завдання до практичного заняття №8

№	Розподіл	n	k_1	k_2	№	Розподіл	n	k_1	k_2
1	N(0,1)	225	10	13	14	R[- 3, 0]	260	26	16
2	R[2, 6]	140	7	8	15	E[0.333]	366	36	17
3	E[7]	125	20	23	16	N(- 2,1)	175	15	10
4	N(10,2)	315	15	15	17	R[50,75]	270	17	27
5	R[3, 8]	222	10	15	18	E[0.111]	177	12	12
6	E[1/3]	130	12	17	19	N(15,5)	234	11	14
7	N(1,2)	335	21	22	20	R[35, 70]	440	14	41
8	R[1,10]	140	12	12	21	E[50]	277	27	22
9	E[0.1]	137	6	8	22	N(13,11)	244	16	18
10	N(2,1)	145	15	18	23	R[0, 10]	255	14	14
11	R[4, 5]	170	17	10	24	E[2.5]	180	18	17
12	E[0.4]	150	7	9	25	N(- 10,10)	110	11	21
13	N(- 5,5)	333	30	33	26	R[- 1, 1]	190	12	15

8.4 Методичні рекомендації

Розглянемо порядок перевірки статистичних гіпотез в пакеті Statistica 6.0

8.4.1 Перевірка параметричних гіпотез

Для перевірки гіпотез заздалегідь підготуємо файл даних, що включає 5 змінних, розподілених за нормальним законом. Для кожної змінної проведено 25 спостережень. Аналіз даних проведемо за допомогою модуля *Basic Statistics/Tables* і процедури цього модуля *Descriptive Statistics*. Для візуального (якісного) аналізу побудуємо графіки типу "коробок" ("ящик з вусами"), для чого виберемо відповідні змінні і натиснемо клавішу *Box & whisker plot for all variables* див рис.8.1.

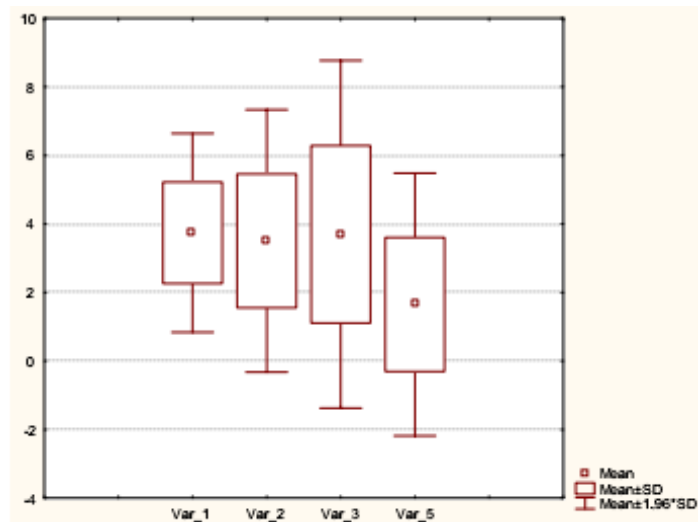


Рисунок 8.1 - Значення вибірових середніх і стандартних відхилень

Аналіз графіків свідчить про близькість значень середніх для змінних Var 1, Var 2 і Var 3. Що стосується дисперсій (стандартних відхилень), то вони є близькими для змінних Var 1, Var 2 і Var 5.

Для кількісних оцінок скористаємося процедурою *t - test for independent samples* (критерій Стюдента для незалежних вибірок) з модуля *Basic Statistics/Tables*. Потім виберемо змінні Variables (groups), середні значення яких порівнюватимемо. Тепер, щоб запустити тест необхідно натиснути клавішу Summary або Summary : T - test. За умовчанням ми працювали на вкладці Quick, проте, перейшовши на вкладку Options, ми можемо у віконці p-level for highlighting: задати довільний рівень значущості. Результати тесту представлені у вигляді таблиці. Ми послідовно порівняли три пари змінних, звівши отримані результати в одну таблицю (рис. 8.2).

Group 1 vs. Group 2	T-test for Independent Samples (Lab_2.sta)										
	Note: Variables were treated as independent samples										
	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	P Variances
Var 1 vs Var 2	,7407	,5064	,4276	8	,6714	0	0	,47937	,95327	,74335	,23483
Var 1 vs Var 3	,7407	,6956	,0676	8	,9465	0	0	,47937	,58758	,05937	,01894
Var 1 vs Var 5	,7407	,6490	,8172	8	,0005	0	0	,47937	,95353	,74375	,23461

Рисунок 8.2 - Результати порівняння вибірових середніх і вибірових дисперсій

Перш, ніж аналізувати отримані результати, розглянемо прийняті в таблиці позначення:

Var 1 vs Var 2 - імена двох порівнюваних змінних (вибірок);

Mean Group 1, Mean Group 2 - середнє арифметичне першої і другої вибірки, відповідно;

t - value - значення статистики (розподіл Ст'юдента);

df - число ступенів свободи розподілу Ст'юдента;

p - вірогідність того, що випадкова величина набуде значень більше, ніж t - value (двосторонній критерій);

Valid N Group 1, Valid N Group 2 - об'єм першої і другої вибірки відповідно;

Std.Dev. Group 1, Std.Dev. Group 2 - стандартне відхилення першої і другої вибірки відповідно;

F - ratio Variances - значення стосунків дисперсій двох вибірок;

P Variances - вірогідність того, що випадкова величина набуде значення більше F.

Зауваження: В ПППІ Statistica при зверненні до процедури порівняння двох вибірових середніх (критерій Ст'юдента) одночасно реалізовано перевірку рівності двох вибірових дисперсій (критерій Фішера). У програмі

(див. табл. 8.2) критерій Фішера реалізовано таким чином, що максимальну дисперсію заносять в чисельник, а меншу в знаменник статистики F .

8.4.2 Аналіз результатів

Процедуру перевірки параметричної гіпотези і аналізу отриманих результатів можна формалізувати:

1. Початкові вибірки мають бути розподілені за нормальним законом - ця умова виконана.

2. При перевірці критерію Стюдента дисперсії (вибіркові дисперсії) двох вибірок мають бути рівні. Для порівняння дисперсій використовуємо критерій Фішера (8.3). Аналіз результатів таблиці 8.2 (останні два стовпці) свідчить, що при рівні значущості $\alpha = 0.05$ дисперсії першої і другої вибірок, а також дисперсії першої і п'ятої вибірок відрізняються незначущо - приймається гіпотеза H_0 — дисперсії є рівними. Таким чином, для цих пар вибірок (рядки 1 і 3 таблиці. 8.2) перевірка t — критерію є коректною. При порівнянні дисперсій першої і третьої вибірок (другий рядок таблиці) гіпотезу H_0 можна прийняти з вірогідністю меншою 2%, що є меншим рівня значущості. Тому, приймаємо альтернативну гіпотезу H_1 — дисперсії є різними. Для вибірок з різними дисперсіями застосування критерію Стюдента є некоректним, тобто ми нічого не можемо сказати, порівнюючи вибіркові середні змінних Var 1 і Var 3.

3. Перевірка t — критерію для першої і другої змінних (перший рядок таблиці) свідчить, що з вірогідністю більше 67% вірна нульова гіпотеза — вибіркові середні є рівними. Абсолютно іншою є картина при порівнянні середніх першої і п'ятої вибірок (третій рядок таблиці). Можна вважати їх рівними лише з вірогідністю $\sim 0.05\%$, природно при цьому прийняти конкуруючу гіпотезу — середні двох вибірок не є рівними.

8.4.3 Перевірка непараметричних гіпотез

Для перевірки критерію згоди Пірсона підготуємо файл даних, що включає одну змінну з 500 спостережень. Заповнимо змінну випадковими даними, рівномірно розподіленими на інтервалі [3], [21]. Аналіз даних проведемо, використовуючи модуль *Statistics* → *Distribution Fitting*. У вікні, що відкрилося, виберемо (очікуваний) вид розподілу — Rectangular, OK. У новому вікні, що відкрилося, заповнимо мінімум даних, залишивши інші за умовчанням: *Variable: Var1*. У вікні *Distribution*: активізується вид вибраного теоретичного розподілу. Працюючи на вкладці Quick, активізуємо клавішу *Plot of observed and expected distribution*.

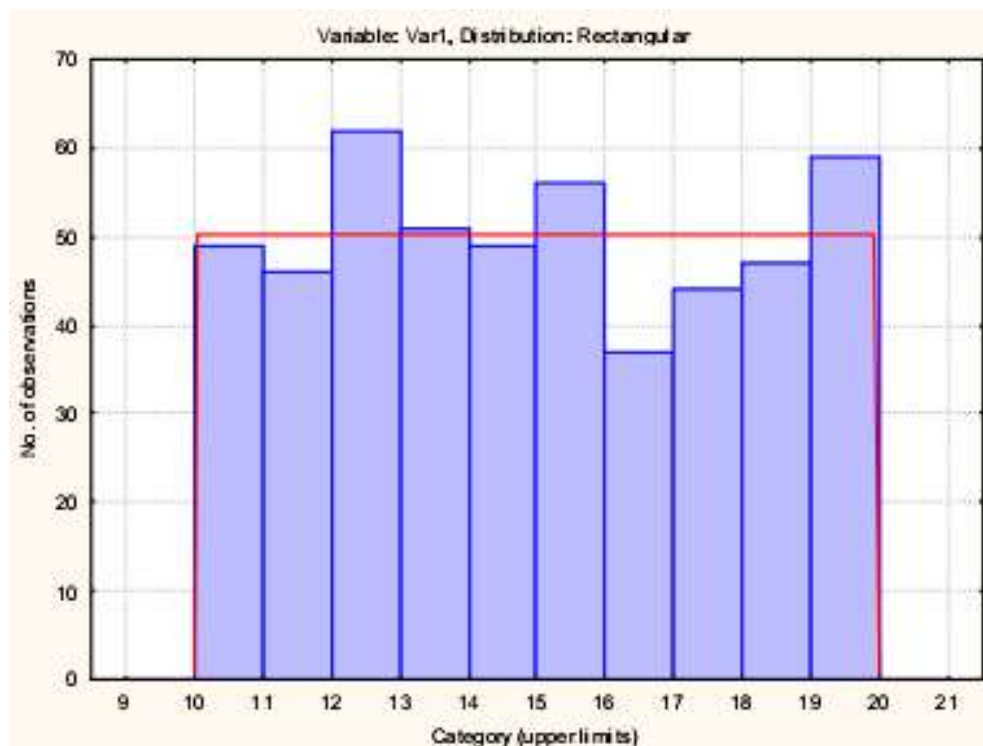


Рисунок 8.3 - Гістограма частот випадкової вибірки

Активуємо другу клавішу *Summary: Observed and expected distribution*. Усі отримані результати зведені в таблицю і приведені на рис. 8.4.

Upper Boundary	Variable: Var1, Distribution: Rectangular (Lab_2_b.sta) Chi-Square = 10,05597, df = 7 (adjusted) , p = 0,18542								
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 10,00000	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000
11,00000	49	49	9,80000	9,8000	49,77375	49,7737	9,95475	9,9547	-0,7737
12,00000	46	95	9,20000	19,0000	50,08096	99,8547	10,01619	19,9709	-4,0810
13,00000	62	157	12,40000	31,4000	50,08096	149,9357	10,01619	29,9871	11,9190
14,00000	51	208	10,20000	41,6000	50,08096	200,0166	10,01619	40,0033	0,9190
15,00000	49	257	9,80000	51,4000	50,08096	250,0976	10,01619	50,0195	-1,0810
16,00000	56	313	11,20000	62,6000	50,08096	300,1785	10,01619	60,0357	5,9190
17,00000	37	350	7,40000	70,0000	50,08096	350,2595	10,01619	70,0519	-13,0810
18,00000	44	394	8,80000	78,8000	50,08096	400,3404	10,01619	80,0681	-6,0810
19,00000	47	441	9,40000	88,2000	50,08096	450,4214	10,01619	90,0843	-3,0810
20,00000	59	500	11,80000	100,0000	49,57860	500,0000	9,91572	100,0000	9,4214
< Infinity	0	500	0,00000	100,0000	0,00000	500,0000	0,00000	100,0000	0,0000

Number of valid cases:500

Observed mean = 14,970339, Observed variance = 8,489621

Distribution: Rectangular

Рисунок 8.4 - Перевірка критерію згоди Пірсона

У таблиці приведені частоти і накопичені частоти для початкового і теоретичного розподілів. У заголовку таблиці вказується вид теоретичного розподілу, з яким порівнюються випадкові дані, приводиться статистика Пірсона і вірогідність прийняття нульової гіпотези. Для нашої вибірки вірогідність прийняття гіпотези H_0 є більшою 18%, тобто немає підстав відкидати гіпотезу про те, що початкова вибірка розподілена рівномірно.

Звернемо увагу, що в приведеній таблиці, за умовчанням, вибірка розбита на 12 груп. Перейдемо на вкладку *Parameters* і встановимо: *Number of categories:* 10, *Lower limit:* 10, *Upper limit:* 20. Тепер таблиця частот виглядатиме коректніше. Після цієї корекції повернемося на вкладку Quick і порівняємо початкові дані з нормальним розподілом: *Distribution: Normal*.

Upper Boundary	Variable: Var1, Distribution: Normal (Lab_2_b.sta) Chi-Square = 39,47135, df = 7, p = 0,00000								
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 11,00000	49	49	9,80000	9,8000	43,24844	43,2484	8,64969	8,6497	5,7516
12,00000	46	95	9,20000	19,0000	33,75005	76,9985	6,75001	15,3997	12,2499
13,00000	62	157	12,40000	31,4000	47,72460	124,7231	9,54492	24,9446	14,2754
14,00000	51	208	10,20000	41,6000	60,05542	184,7785	12,01108	36,9557	-9,0554
15,00000	49	257	9,80000	51,4000	67,25206	252,0306	13,45041	50,4061	-18,2521
16,00000	56	313	11,20000	62,6000	67,01979	319,0504	13,40396	63,8101	-11,0198
17,00000	37	350	7,40000	70,0000	59,43533	378,4857	11,88707	75,6971	-22,4353
18,00000	44	394	8,80000	78,8000	46,90613	425,3918	9,38123	85,0784	-2,9061
19,00000	47	441	9,40000	88,2000	32,94250	458,3343	6,58850	91,6669	14,0575
< Infinity	59	500	11,80000	100,0000	41,66567	500,0000	8,33313	100,0000	17,3343

Number of valid cases:500

Observed mean = 14,970339, Observed variance = 8,489621

Distribution: Normal

Parameters: Mean = 14,97034, Variance = 8,489621

Рисунок 8.5 - Критерій Пірсона для початкового і гауса розподілів

У приведеній таблиці немає порожніх груп, при порівнянні початкового і нормального розподілів значення статистики Пірсона є дуже великим, тобто нульову гіпотезу можна прийняти з вірогідністю менш ніж $1 \cdot 10^{-3}$. Природно відкинути нульову гіпотезу і прийняти альтернативну - випадкові дані розподілені не за нормальним законом.

Перевіримо гіпотезу про однорідність двох вибірок - критерій Колмогорова-Смирнова.

Виберемо модуль *Nonpara metrics* з меню *Statistics*. Потім виберемо пункт *Comparing two independent samples (groups)*, з'явиться меню, що пропонує перевірку п'яти різних тестів. Нас цікавить *Kolmogorov - Smirnov two - sample test*.

Зауваження: При порівнянні розподілу двох вибірок випадкові дані двох вибірок заносяться в одну змінну, а коди вибірок (текстові або числові) заносяться в другу змінну. При цьому порядок заповнення даних є байдужим, об'єми порівнюваних вибірок, як правило, є різними.

Підготуємо початкові дані, задавши в змінній *Uniform 29* випадкових значень, рівномірно розподілених на інтервалі [3], [21]. Відповідні коди вказані в змінній *Codes*. Перша вибірка містить 13, а друга - 16 спостережень.

Заповнимо поля змінних Dependent variable list: Uniform, Indep. (grouping) variable: Codes. Результати перевірки тесту приведені на рис. 8.6.

variable	Kolmogorov-Smirnov Test (Lab_2_b.sta)								
	By variable Codes								
	Marked tests are significant at p < .05000								
	Max Neg Differnc	Max Pos Differnc	p-level	Mean Group 1	Mean Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	Valid N Group 1	Valid N Group 2
Uniform	-0,350962	0,091346	p > .10	14,09917	15,04161	2,410030	2,134351	13	16

Рисунок 8.6 - Критерій Колмогорова-Смирнова для двох вибірок з однієї генеральної сукупності

У таблиці результатів приведені основні параметри двох вибірок, максимальна позитивна і негативна різниця двох емпіричних функцій розподілу і вірогідність того, що вірною є гіпотеза H_0 . Через те, що ця вірогідність є досить великою (більш ніж 10%) при рівні значущості 5%, то немає підстав відкинути нульову гіпотезу.

Перевіримо ще раз критерій Колмогорова-Смирнова, задавши в якості другої вибірки нормально розподілену випадкову величину $N(10,5)$.

Дані двох вибірок внесемо в змінну Norm, відповідні коди вибірок залишимо в змінній Codes. Результати тесту приведені на рис. 8.7.

variable	Kolmogorov-Smirnov Test (Lab_2_b.sta)								
	By variable Codes								
	Marked tests are significant at p < .05000								
	Max Neg Differnc	Max Pos Differnc	p-level	Mean Group 1	Mean Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	Valid N Group 1	Valid N Group 2
Norm	-0,062500	0,562500	p < .025	14,09917	9,939903	2,410030	6,331437	13	16

Рисунок 8.7 - Критерій Колмогорова-Смирнова для двох по-різному розподілених вибірок

Тепер дві емпіричні функції розподілу можна вважати однаковими з вірогідністю меншою ніж 2.5%, що є значно меншим рівня значущості. В цьому випадку нульову гіпотезу відкидають і приймають альтернативну

гіпотезу - дві вибірки мають різні функції розподілу. У несхожості двох функцій розподілів можна переконатися візуально, для чого побудуємо їх. Попередні 13 спостережень рівномірно розподіленої випадкової величини скопіюємо в змінну *Rand*, а 16 значень нормального розподілу скопіюємо в змінну *Gaus*. Потім використаємо модуль *Graphs* → 2D Histograms. Далі вибираємо опції: *Graph type* → Multiple; *Fit type* → Off; *Showing Type* → Standard; *Variables* → Rand - Gaus; *Categories* → 5; *Show percentages*; *Y axis*: N&%. Натиснемо OK і отримаємо результат (рис. 8.8).

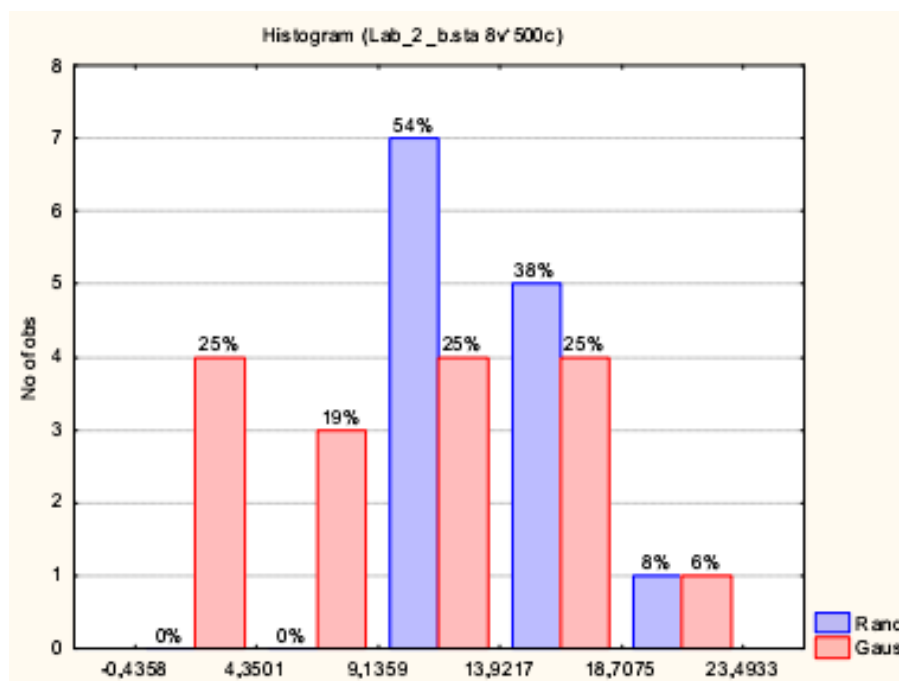


Рисунок 8.8 - Порівняння двох емпіричних функцій розподілу

8.5 Контрольні питання

1. Як можна класифікувати прості статистичні гіпотези?
2. Проілюструйте (опишіть) область прийняття і відхилення гіпотези при двосторонньому критерії.
3. Дайте визначення помилки першого роду при перевірці гіпотези.
4. Дайте визначення помилки другого роду при перевірці гіпотези.
5. Чи треба задавати рівень значущості при перевірці нульової (основний) і конкуруючої (альтернативною) гіпотези?
6. Як зміниться помилка другого роду при зменшенні/збільшенні помилки першого роду?

7. Як зміниться область прийняття і відхилення гіпотези при збільшенні / зменшенні рівня значущості?

8. Як зміняться області прийняття і відхилення гіпотези при односторонньому критерії, в порівнянні з двостороннім критерієм, при одному і тому ж рівні значущості?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №9

Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА МЕТОДАМИ ВІБРОДІАГНОСТИКИ

9.1 Ціль заняття

Ціллю заняття є оволодіння студентами вібродіагностичним методом дослідження технічного стану газоперекачувального обладнання та формування у студентів навичок

- визначення технічного стану та рівня вібрації газотурбінного двигуна (ГТД);
- виявлення діагностичних ознак дефектів обладнання за рівнем спектру вібрації;
- обчислення частот, амплітуд, потужності та динамічних характеристик ГТД.

9.2 Основні теоретичні відомості

Витрати на обслуговування і ремонт ГПА на газотранспортних підприємствах є основними експлуатаційними показниками. Методи зменшення цих витрат, що існували до теперішнього часу, полягали в тому, що при конструюванні кожного типу ГПА, на базі фізико-хімічних властивостей матеріалів і аналізу процесів, що протікають в ньому, розробляється система заходів технічного обслуговування (ТО) різних рівнів: от профілактики до капітального ремонту, інформація про яку включається в паспорт виробу, що було втілено в графіки планово-запобіжних ремонтів (ПЗР) на підприємствах газової промисловості. Наприклад, для газоперекачувальної техніки в ДК «Укртрансгаз» прийнятий типовий регламент її обслуговування, що відповідає системі ПЗР, при якій при введенні в експлуатацію устаткування на увесь її період призначаються усі види профілактик і ремонтних робіт, а також визначаються жорсткі терміни їх проведення. Крім того, для кожної профілактики і ремонту встановлюється строгий об'єм робіт (з планованими трудовими і матеріальними витратами), що виконуються на кожному етапі експлуатації ГПА [10].

Але повторюваність ТО в системі ПЗР не є оптимальною, оскільки з одного боку логіка вимагає дотримання цього підходу стосовно кожного

окремого конструктивно самостійного вузла технічного виробу, що практично є неможливим, завдання стає не вирішуваним. З іншого боку — усереднювання властивостей матеріалів і процесів, що протікають на рівні виробу в цілому, призводить до того, що рекомендована (чи встановлювана) повторюваність заходів ТО може співпасти з оптимальною тільки випадково, що і підтверджується на практиці. Незалежно від вироблення повного ресурсу ГПА усі ПЗР призначаються з однаковими об'ємами робіт.

У теперішній час на газотранспортних підприємствах використовують систему обслуговування газоперекачувального обладнання за фактичним технічним станом (ФТС), яке базується на прогнозуванні зміни технічного стану ГПА з урахуванням реальних умов експлуатації на коротко-, середньо- і довгострокову перспективу.

Практична можливість отримання оцінок технічного стану дозволяє забезпечити: зупинку газоперекачувального обладнання тільки строго з потреби, тобто, якщо результати оцінки технічного стану цього вимагають; заміну вузлів і деталей тільки при досягненні стадії зносу; профілактику роторів, статорів, юстирування осей вузлів виробу і тому подібне тільки при виході відповідних контрольованих параметрів за встановлені межі; стеження за динамікою зміни технічного стану, що дозволяє в принципі унеможливити аварії будь-якого виду (з числа контрольованих). Поточні і прогнозовані оцінки ТС, включаючи характеристики зносу, старіння, дефектів вузлів ГПА і тому подібне, а також перелік необхідних технічних заходів, розраховуються і формуються на працюючому обладнанні.

В лабораторній роботі студентам надається можливість ознайомитись з сучасними методами вібродіагностики ГПА та за допомогою тренажера отримати навички визначення технічного стану газоперекачувального обладнання.

9.2.1 Опис об'єкта дослідження

ГПА складається з нагнітача природного газу, приводу нагнітача, всмоктуючого і вихлопного пристроїв (у разі газотурбінного приводу), систем автоматики, маслосистеми, паливоповітряних і масляних комунікацій і допоміжного устаткування.

Об'єктом дослідження в лабораторній роботі є газотурбінний двигун (ГТД). Він складається з компресора низького тиску (КНТ), компресора високого тиску (КВТ), камери згоряння (КС), турбіни високого тиску (ТВТ), турбіни низького тиску (ТНТ) і турбіни нагнітача (ТН). Робота ГТД базується на тому, що:

— КНТ забезпечує прокачування повітря через свою проточну частину й підвищує тиск повітря до РКНТ;

— КВТ забезпечує подальше підвищення тиску повітря до РКВТ і подачу в КС;

— у КС відбувається згоряння паливно-повітряної суміші й утворюється робоче тіло ГТД: суміш продуктів згоряння палива та повітря при високому тиску і високій температурі;

— ТВТ використовує частину енергії робочого тіла на утворення обертового моменту для КВТ;

— ТНТ додатково використовує частину енергії робочого тіла на утворення обертового моменту для КНТ;

— ТН здійснює максимальний відбір енергії робочого тіла для утворення обертового моменту нагнітача технологічного газу компресорної станції (перекачувального насоса).

ГТД має три незалежні ротори з номінальними частотами обертання f_1 , f_2 , f_3 :

- ротор КНТ – ТНТ, $f_2^{nom} = 91,2$ Гц;
- ротор КВТ – ТВТ, $f_3^{nom} = 132,3$ Гц;
- ротор ТН, $f_1^{nom} = 76,0$ Гц.

Потужність ГТД на номінальному режимі становить 10 Мвт.

9.2.2 Метод дослідження

Метод дослідження базується на дослідженні вібраційних характеристик ГТД.

Вібродіагностування засноване на застосуванні спектрального і кепстрального аналізів вібраційного сигналу для визначення усіх видів дефектів і прогнозування ресурсу газоперекачувальних агрегатів, обв'язки нагнітачів з визначенням резонансних пульсацій тиску газу в трубі, які обумовлені режимами роботи і технічним станом нагнітача.

Методика вібродіагностування ГПА призначена для виявлення дефектів агрегату, які найчастіше зустрічаються в процесі експлуатації, і заснована на наявних прямих залежностях прояву цих дефектів і рівнів амплітуд в спектрах вібрації. Робота кожного вузла агрегату супроводжується збудженням вібрації в певних діапазонах частот. Значення рівнів вібрації на характеристичних частотах є діагностичною ознакою технічного стану вузла. Бездефектному стану вузла відповідає один рівень вібрації, при зародженні і розвитку

дефектів рівень вібрації росте, а при сильному дефекті досягає певного значення, по якому судять про необхідність вжиття заходів.

Вказані рівні вібрації в певних діапазонах частот, що відповідають різним якісним станам агрегату, є опорними масками вібраційного спектру. Залежно від інтенсивності спектральних складових вібрації, передбачені наступні якісні оцінки їх вібраційного стану: «добре», «задовільно», «незадовільно», «аварійний стан».

Метод заснований на класифікації загального рівня вібрації відповідно до міжнародних норм вібрації ІСО. Відповідно до класифікації встановлюються наступні технічні стани агрегату: добре, задовільно, прийнятно, неприпустимо.

Пошук дефектів заснований на порівнянні спектра вібрації, обмірюваної на корпусах підшипників з 22-ма еталонними спектрами - масками дефектів. Дефектацію проводять за допомогою таблиці дефектів, де представлені розподіли амплітуд спектра, що відповідають конкретному дефекту.

Для кількісної характеристики дефекту використовується скалярний добуток двох векторів: обмірюваного вектора-спектра та вектора-спектра відповідного дефекту. Результатом добутку є 22 нормованих коефіцієнта кореляції, кожний з яких перебуває в межах від 0 до 1. Якщо дефект виявлений, то $K = 1$, якщо ні, тоді $K = 0$. Проміжні стани від 0 до 1 свідчать про величину ймовірності кожного з 22 можливих дефектів.

9.2.3 Потужність ГТД

Потужність ГТД визначається масовою витратою повітря через потокову частину. Підвищення масової витрати повітря забезпечується підвищенням частот обертання компресорів. З деяким наближенням можна прийняти:

$$f_i = f_i^{nom} (0,7 + 0,3 \frac{N}{N_{nom}}),$$

де f_i – дійсна частота обертання ротора № i , ($i = 1, 2, 3$);

f_i^{nom} – частота обертання ротора № i на режимі номінальної потужності;

N_{nom} – номінальна потужність ГТД (100%).

Загальний рівень віброшвидкості обчислюється за формулою:

$$V = \sqrt{(\sum_{i=1}^N A_i^2) / 2},$$

де A_i – амплітуда гармоніки спектра № i .

9.2.4 Вібраційні портрети різних дефектів

Вібрація бездефектного агрегату характеризується: низьким загальним рівнем; присутністю максимумів спектра на частотах обертання всіх роторів, з амплітудами до 1 мм/с.

Дисбаланс ротора характеризується: підвищеним рівнем вібрації (більше 5 мм/с); перевагою гармоніки на частоті обертання ротора над іншими складовими спектра віброшвидкості.

Перекид підшипника утворюється внаслідок температурних або інших деформацій корпусу ГТД, що викликають зміну осі підшипника. Цей дефект характеризується нерівномірним зусиллям, з періодом зміни $0,5 * T$ (T - період обертання ротора). В результаті, в спектрі переважає гармоніка на частоті $2 * f_{\text{ротора}}$.

Дефект сепаратора підшипника виникає в наслідок того, що сепаратор підшипника кочення має частоту обертання: $f_{\text{сен}} = 0,48 * f_{\text{ротора}}$ та у спектрі віброшвидкості з'являється гармоніка на зазначеній частоті.

Дефект підшипника ковзання характеризується зміною геометрії тертьових частин, зміною зазорів або порушенням умов змащення. Наслідок – порушення стійкого обертання ротора. Цей дефект проявляє себе в першу чергу на частоті $0,5 * f_{\text{ротора}}$.

Погіршення стану проточної частини ГТД. Рух повітря через проточну частину компресора являє собою не рівномірну течію, а пульсуюче обертове поле. Тиск потоку досягає максимальної нерівномірності в профілі лопаткового апарата та частково вирівнюється лише в дифузورних контурах. Посилення глибини пульсації тиску потоку понад робочих норм приводить не тільки до порушення режиму роботи, зниженню к. к. д. агрегату, але й до прямого «запирання» компресора, коли рух потоку повітря у бік росту ΔP стає неможливим.

Причини глибокої пульсації потоку – у співвідношенні масової витрати повітря та робочого ступеня стиску компресора. Найбільш частою причиною є погіршення стану проточної частини ГТД, зміна профілю, забруднення.

Частотною ознакою *погіршення стану проточної частини ГТД* є так звана лопаткова частота компресора. Вона визначається, як $f_{\text{лоп.}} = n_{\text{лоп.}} * f_i$; ($i=1,2,3$), де $n_{\text{лоп.}}$ - кількість робочих лопаток компресора.

9.2.5 Коефіцієнти кореляції дефектам

Оскільки будь-який спектр можна представити послідовністю чисел – амплітуд гармонік, будемо розглядати вектор-спектр, координатами якого є амплітуди гармонік, а розмірністю – кількість гармонік у спектрі.

Для зіставлення фактичного спектра сигналу з опорними спектрами-масками, що характеризують дефекти, зручно використовувати коефіцієнт кореляції (умовний математичний об'єкт, що виражає ступінь подібності порівнюваних спектрів), який визначається за формулою:

$$K = S(F, E) / S(F, F),$$

де $S(a, b) = \sum_{i=1}^N a_i b_i$ - скалярний добуток векторів a і b ;

N – кількість гармонік у спектрі;

$a_i, b_i (i = 1, 2, 3)$ - компоненти векторів a і b ;

F – фактичний вектор стану;

E – опорний вектор-спектр дефекту.

Величина коефіцієнта кореляції змінюється в діапазоні $(0 \div 1)$.

9.3 Завдання на практичне заняття

Варіант завдання на лабораторну роботу студентам видає викладач, який проводить заняття.

При роботі з тренажером, який використовується при проведенні заняття, і для виводу на екран вихідних даних дослідження, необхідно у вікні «Виберіть варіант завдання» вибрати номер варіанту, який студент одержав від викладача.

База даних програмного засобу складається з 30 варіантів завдань на лабораторну роботу, які представляють собою спектри вібрації, що відповідають трьом дефектам ГТД. Спектри вібрації обмірювані для різної потужності агрегату (N), що знаходиться в межах:

$$0,8 \leq N_{max} \leq 1,0;$$

де N_{max} - максимальне значення потужності.

Тренажер надає можливість імітувати встановлення вібрдатчиків на обладнанні відповідно до мнемосхеми, яка показана на рис. 4.1 та отримання їх результатів вимірювання:

Як приклад розглянуто розміщення датчиків в точках, в яких найчіткіше простежуються вібрація основних елементів ГПА :

- на фланці кришки виносної коробки приводів — датчик № 1;
- на передньому фланці корпусу компресора низького тиску (КНД) — датчик № 2;
- на задньому фланці корпусу компресора високого тиску — датчик № 3;
- на передньому фланці опорного вінця силової турбіни — датчик № 4.

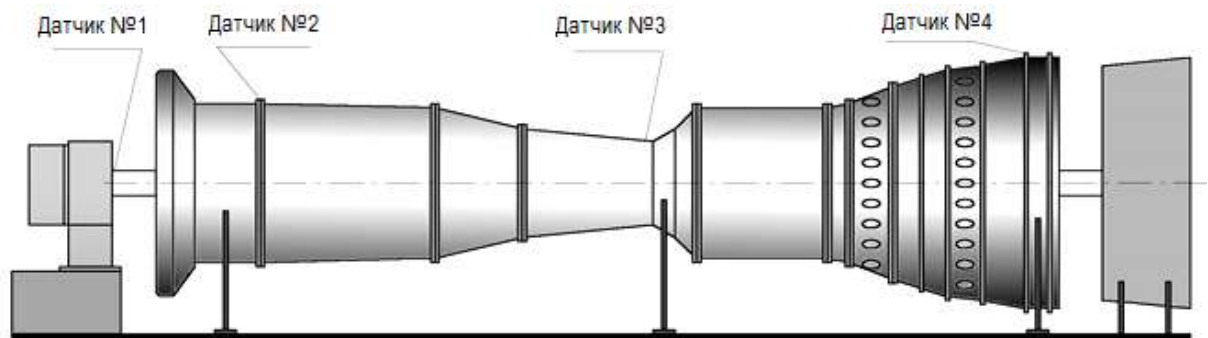


Рисунок 4.1 – Місця встановлення вібродатчиків

Тренажер також дозволяє студентам після імітації проведення вимірювань і проводити їх обробку: розраховувати спектр віброшвидкості і одержувати його зображення. Програма надає можливість виділяти гармоніки спектра та порівняти значення частот із частотами обертання роторів ГТД.

9.4 Порядок виконання завдання

- 1 Ознайомитись з теоретичними відомостями (п.9.2).
- 2 Одержати у викладача номер варіанту завдання.
- 3 Запустити «Вібротренажер».
- 4 Вибрати вихідні данні для виконання дослідження.
- 5 Ознайомитись з мнемосхемою ГТД, дослідження якого проводиться на практичному занятті та його описом.
- 6 Ознайомитись з описом характерних складових віброшвидкості.
- 7 Активізувати опцію «Варіант» відповідно до варіанту завдання на практичне заняття, вибрати на мнемосхемі ГТД місця установки датчиків та установити в них акселерометри.

- 8 Виконати виміри вібрації.
- 9 Виділити гармоніки, які утворюють максимуми спектра та порівняти значення частот із частотами обертання роторів ГТД.
- 10 Виконати аналіз спектру віброшвидкості.
- 11 Оцінити значення загального рівня вібрації, на предмет наявності дефекту ГТД.
- 12 Зробити висновки про технічний стан досліджуваного газотурбінного двигуна.
- 13 Визначити значення дисбалансу ротору.
- 14 Оформити звіт.
- 15 Захистити звіт при співбесіді з викладачем.

9.5 Методичні рекомендації

Для запуску програми-тренажера на робочому столі комп'ютера необхідно знайти значок "Вібротренажер". Активізувати значок подвійним натисканням лівої кнопки (далі ЛК) маніпулятора "миша" (далі миша).

Для вибору вихідних даних дослідження треба активізувати опцію "Виберіть варіант завдання". Вибрати варіант, позначивши потрібний варіант одинарним натисканням ЛК миші.

Завдання на практичне заняття наведено у вікні «Виберіть варіант завдання». Для виводу вихідних даних для дослідження необхідно вибрати номер варіанту, який студент одержав від викладача.

У лівій верхній частині екрана розташовано схему газотурбінного двигуна. Для ознайомлення з мнемосхемою газотурбінного двигуна та його описом необхідно виконати подвійне натискання ЛК миші на білому фоні, після якого на екран буде виведено опис ГТД з яким необхідно ознайомитись.

Для ознайомлення з описом характерних складових віброшвидкості необхідно за допомогою одинарного натискання ЛК миші на кнопці "Опис характерних складових віброшвидкості" вивести на екран інформаційні матеріали. Студентам надається можливість ознайомитись з описом кожної складової, звертаючи увагу на її зв'язок з характерними дефектами.

Після повторної активізації вікна програми "Варіант" з номером варіанту завдання на практичне заняття студенти мають можливість ознайомитись з місцями установки вібродатчиків.

На мнемосхемі відзначені місця, регламентовані для установки датчиків -акселерометрів. Цими місцями є сполучні фланці корпусів, під якими розташовані опорні й упорні підшипникові вузли.

Виконання вимірів вібрації й аналіз спектра віброшвидкості здійснюється одинарним натисканням ЛК миші на кожному з вузлів.

Проаналізувавши загальні рівні віброшвидкості на всіх опорах ГТД, необхідно виділили опори з максимальними рівнями по кожному із трьох роторів:

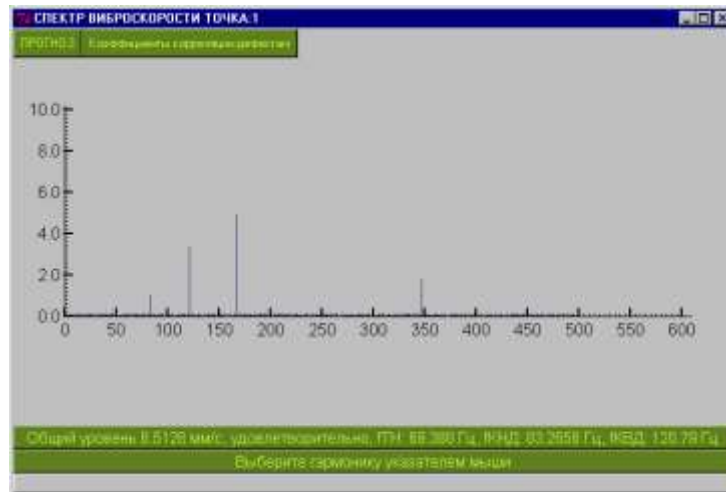


Рисунок 9.1 – Зображення активного екрану «Спектр віброшвидкості»

Для аналізу спектра віброшвидкості у вікні спектра, необхідно виділити кожен з гармонік, які утворюють максимуми спектра, порівняти значення частот із частотами обертання роторів ГТД, які зазначені в інформаційному рядку.

Оцінка значення загального рівня вібрації на предмет наявності дефекту ГТД виконується використанням кнопки "Коефіцієнти кореляції дефектів". У вікні необхідно уважно оцінити значення всіх коефіцієнтів. Вони характеризують ступінь виявлення зазначеного дефекту на досліджуваному ГТД. Для цього необхідно використовувати інформацію, що знаходиться в таблиці дефектації.

Згідно з таблицею дефектації виводять значення коефіцієнтів кореляції дефектам, виділяють максимальні значення коефіцієнтів, а також ті, які істотно відрізняються від 0.

7 Корреляции дефектам	
{Бездефектный агрегат}: 0.404038	
{Дисбаланс ротора КВД}: 0.526274	
{Дефект сепаратора подшипника КВД}: 0.099386	
{Дефект подшипника скольжения КВД}: 0.105047	
{Перекус подшипника качения КВД}: 0.107657	
{Ослабление натяга вкладышей подшипника КВД}: 0.188124	
{Разболтанность подшипника скольжения КВД}: 0.104619	
{Дисбаланс ротора КНД}: 0.166828	
{Дефект сепаратора подшипника КНД}: 0.032177	
{Дефект подшипника скольжения КНД}: 0.032287	
{Двоякая жесткость ротора КНД}: 0.794893	
{Загрязнение проточной части КНД}: 0.000000	
{Обрыв лопатки КНД}: 0.000000	
{Удары в лабиринтных уплотнениях КНД}: 0.491539	
{Дисбаланс ротора ТН}: 0.000000	
{Дефект сепаратора подшипника ТН}: 0.000000	
{Дефект подшипника скольжения ТН}: 0.000000	
{Расцентровка муфты ТН}: 0.000000	
{Износ зубьев шестерни ТН}: 0.301796	

Рисунок 9.2 – Зовнішній вигляд таблиці дефектації

Наприклад, відповідно до таблиці показаної на рис. 9.2 можна обмежити склад передбачуваних дефектів ГТД:

Дисбаланс ротора КВД; ($K=0,95$)

Двояка твердість ротора КНД; ($K=0,79$)

Зношування шестірні ТН; ($K=0,95$)

Поломка шестірні ТН; ($K=0,75$)

Вивчення спектрального складу вібрації проводять на тих опорах, де отримані максимальні коефіцієнти кореляції по зазначених дефектах (рис.9.3).

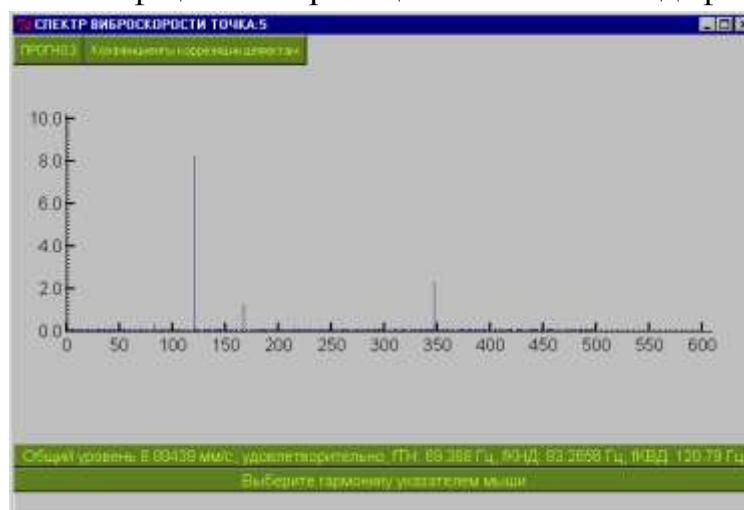


Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд вікна «Спектр віброшвидкості» в якому проводять вивчення спектрального складу вібрації на тих опорах, де отримані максимальні коефіцієнти кореляції по зазначених дефектах

Після оцінки загального рівня вібрації необхідно зробити висновки щодо наявності або відсутності кожного з можливих дефектів досліджуваного обладнання.

Для цього необхідно зіставити характер обраних спектрів з описами дефектів з підказок:

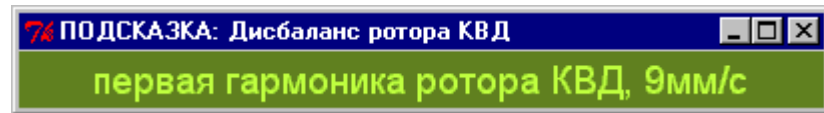


Рисунок 9.4 - Зовнішній вигляд вікна «Підказка»

Відповідно до розглянутого прикладу коефіцієнти кореляції дефектам:

дисбаланс ротора КВД – 0,95;

двояка твердість ротора КНД – 0,80;

зношування зубів шестірні ТН – 0,95.

Для визначення відхилення потужності від максимального значення та значення дисбалансу ротора необхідно для заданого варіанта зберегти значення амплітуди і частоти роторної гармоніки. За значенням частоти роторної гармоніки можна визначити відхилення потужності від максимального значення (%).

Визначимо величину потужності ГТД для варіанту завдання, що розглядається. Частота обертання ротора КВД склала 124,362 Гц, а її значення на номінальному режимі становить 132,3 Гц.

$$N = N_{\text{ном}}(124,362/132,3-0,7)/0,3 = N_{\text{ном}} \cdot 0,8 = 8 \text{ МВт.}$$

Значення дисбалансу ротора визначають, враховуючи значення амплітуди й частоти роторної гармоніки.

9.6 Контрольні питання

1. Що є об'єктом дослідження на практичному занятті?
2. З яких основних частин складається ГТД?
3. Поясніть роботу ГТД.
4. Які незалежні ротори має ГТД?
5. Якими є частоти обертання незалежних роторів ГТД?
6. Яку потужність має досліджуваний ГТД на номінальному режимі?
7. На чому базується вібродіагностування технічного обладнання?

8. Які технічні стани агрегатів встановлені і як вони пов'язані з якісними оцінками його вібраційного стану?
9. Поясніть суть методу, який використовується при дослідженні при виконанні практичної роботи.
10. Якою є причина присутності в спектрі віброшвидкості максимумів на частотах обертання роторів?
11. Які процеси лежать в основі гармонік кратних (2х, 3х и таке інше) частотам обертання?
12. Які процеси характеризує поява цілого ряду гармонік, кратних частотам обертання роторів?
13. У чому причина виникнення гармонік, пропорційних частотам обертання з коефіцієнтами 0,48; 0,44 і т.д. ?
14. Яким чином частота обертання ротора повітряного компресора пов'язана з потужністю ГТД?
15. Яким є характер залежності амплітуд гармонік дефекту від величини частоти обертання ротора?
16. Як визначити величину дисбалансу ротора?
17. Як визначити загальний рівень віброшвидкості?
18. Проведіть порівняння величини амплітуд гармонік, що не залежать від частот обертання роторів ГТД, з величинами амплітуд гармонік, що характеризують дефекти. Які види коливань збуджують вищевказані частоти?

Додаток А – Зразок оформлення звіту

Звіт про виконання завдання практичного заняття №9

студента групи ЗЕА-ПОНс15 м2 Іванова П.С.
(назва групи) (прізвище, ініціали)

Дата виконання роботи «19» січня 2016 р.

Тема практичного заняття:

«Дослідження технічного стану газотурбінного двигуна методами вібродіагностики»

Ціль практичного заняття: оволодіння студентами вібродіагностичним методом дослідження технічного стану об'єктів системи транспорту нафти і газу та формування у студентів навичок:

- визначення технічного стану та рівня вібрації газотурбінного двигуна (ГТД);
- виявлення діагностичних ознак дефектів обладнання за рівнем спектру вібрації;
- обчислення частот, амплітуд, потужності та динамічних характеристик обладнання.

Варіант завдання 13

Склад передбачуваних дефектів ГТД:

Дисбаланс ротора КВД; ($K=0,95$)

Двояка твердість ротора КНД; ($K=0,79$)

Зношування шестірні ТН; ($K=0,95$)

Поломка шестірні ТН; ($K=0,75$)

Коефіцієнти кореляції дефектам:

дисбаланс ротора КВД – 0,95;

двояка твердість ротора КНД – 0,80;

зношування зубів шестірні ТН – 0,95.

Визначення величини потужності ГТД:

Частота обертання ротора КВД склала 124,362 Гц, а її значення на номінальному режимі становить 132,3 Гц.

$N = N_{\text{ном}}(124,362 / 132,3 - 0,7) / 0,3 = N_{\text{ном}} * 0,8 = 8 \text{ Мвт.}$

Висновки:

Вібраційний стан агрегату - задовільний.

Технічний стан агрегату - дефектний.

Перелік виявлених дефектів:

дисбаланс ротора КВД;

двоєка твердість ротора КНД;

зношування зубів шестірни ТН.

Підпис студента Іванов

Підпис викладача Петров

Оцінка відмінно

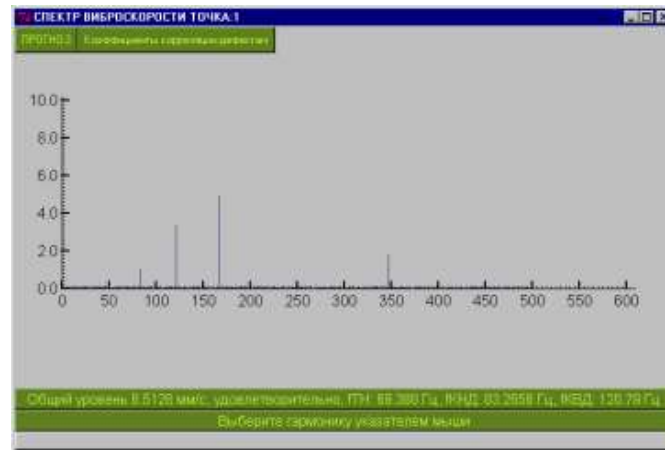


Рисунок Б.1 – Спектр віброшвидкості

Корреляции дефектам	
{Бездефектный агрегат}	0.404038
{Дисбаланс ротора КВД}	0.526274
{Дефект сепаратора подшипника КВД}	0.099386
{Дефект подшипника скольжения КВД}	0.105047
{Перекус подшипника качения КВД}	0.107657
{Ослабление натяга вкладышей подшипника КВД}	0.188124
{Разболтанность подшипника скольжения КВД}	0.104619
{Дисбаланс ротора КНД}	0.166828
{Дефект сепаратора подшипника КНД}	0.032177
{Дефект подшипника скольжения КНД}	0.032287
{Двойная жесткость ротора КНД}	0.794893
{Загрязнение проточной части КНД}	0.000000
{Обрыв лопатки КНД}	0.000000
{Удары в лабиринтных уплотнениях КНД}	0.491539
{Дисбаланс ротора ТН}	0.000000
{Дефект сепаратора подшипника ТН}	0.000000
{Дефект подшипника скольжения ТН}	0.000000
{Расцентровка муфты ТН}	0.000000
{Износ зубьев шестерни ТН}	0.301796

Рисунок Б.2 – Таблица дефектів

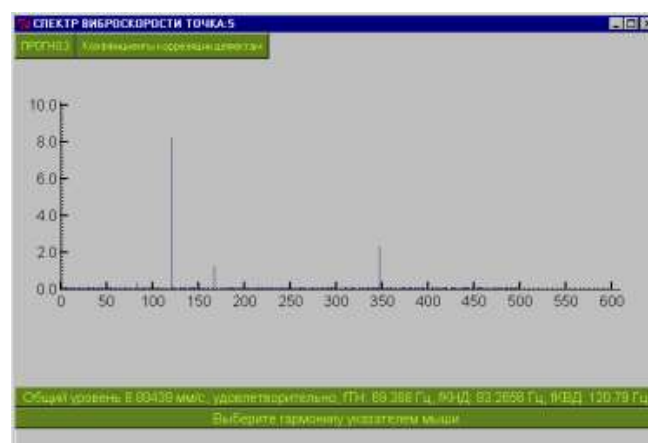


Рисунок Б.3 – Спектр віброшвидкості

ЛІТЕРАТУРА

1. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс]: навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Г. Г. Стрелкова, М. М. Федосенко, А. І. Замулко, О. С. Іщенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 500 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120 с.
2. Вахонєва Т. М. Авторське право і суміжні права в Україні : Навчальний посібник. – Київ : ВД «Дакор», 2019. — 2-ге вид., перероб. і доп. – 576 с.
3. Інтелектуальна власність та авторське право: Навч. посіб. для студ. вищих закладів освіти. / І.М. Чістякова, І.Б. Кривдіна, Д.В. Буряк, В.П. Кубко, О.В. Гегечкорі, Д.Д. Татакі, О.О. Татакі, Т.О. Чернов. – К.: Каравела, 2019. – 204 с.
4. Конспект лекцій з курсу «Теорія та практика наукових досліджень» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання. / уклад. Євсіна Н.О. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 64 с.
5. Практикум з методології наукових досліджень. Дударєв І.М., Кузьмін О.В. Рік видання: 2023; Тип видання: навчальний посібник; ISBN: 978-966-289-722-7; Кількість сторінок: 278; Мова: українська.
6. ДСТУ 3008-2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: Загл. з екрану. http://web.znu.edu.ua/NIS//2017/3659_3008-2015.pdf
7. Закон України “Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки”// Вісник НАН України. – 2001. - №9. – С.7-8.
8. Закон України „Про вищу освіту”. - *Відомості Верховної Ради, 2002, N 20, С.134.*
9. Закон України про наукову і науково-технічну діяльність із змінами, внесеними згідно з Декретами N 12-92 від 26.12.92, N 23-92 від 31.12.92, N 15-93 від 19.02.93, Законами N 183/94-ВР від 23.09.94, N 75/95-ВР від 28.02.95, N 498/95-ВР від 22.12.95, N 608/96-ВР від 17.12.96; в редакції Закону N 284-XIV від 01.12.98; із змінами, внесеними згідно із Законами N 1646-III від 06.04.2000, N 2905-III від 20.12.2001, N 3065-III від 07.02.2002, N 380-IV від 26.12.2002, N 581-IV від 20.02.2003, N 860-IV від 22.05.2003, N 1096-IV від 10.07.2003, N 1316-IV від 20.11.2003, N 1344-IV від 27.11.2003, N 1377-IV від 11.12.2003, N 1407-IV від 03.02.2004, N 2094-IV від 19.10.2004, N 2261-IV від 16.12.2004 .
10. Основні вимоги до дисертацій і авторефератів дисертацій. «Бюлетень ВАК України». – 2007. – № 6. – С. 9 – 17.

11. Положення про порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 28 червня 1997 р. № 644 із змінами і доповненнями згідно з постановами Кабінету Міністрів України від 5 серпня 1998 р. № 1241, 22 липня 1999 р. № 1336, 4 березня 2001 р. № 229.

12. Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 28 червня 1997 р. № 644. із змінами і доповненнями.

13. Про Стратегію економічного та соціального розвитку України "Шляхом європейської інтеграції" на 2004-2015 роки. Указ президента України від 28.04.2004 р.. № 493/2004. Урядовий кур'єр № 85 від 05.05.2004.

14. Навчальні матеріали онлайн. Режим доступу: http://pidruchniki.com/15290527/menedzhment/innovatsiyna_diyalnist_obyekt_innovatsiynogo_menedzhmentu. Загл. з екрану.

15. Основи наукових досліджень: навч. посіб. для студ. вищих навч. заклад. філол. спец. / О. В. Мазур, О. В. Подвойська, С. В. Радецька – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 120 с.

16. Панішев А.В. Методологія наукових досліджень : навч. посібник / А.В. Панішев. – Ж. : ЖДТУ, 2013. – 148с.

17. Штефан А. С. Авторське право і суміжні права: особливості правової охорони, здійснення та захисту : монографія / А. С. Штефан. — К. : НДІ інтелектуальної власності НАПрНУ, ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2017. — 150 с.

18. Основи наукових досліджень: навч. посіб. / за заг. ред. Т. В. Гончарук. — Тернопіль, 2014. — 272 с.

19. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 254 с.

20. Сардак С. Е. Основи наукових досліджень : навч. посібник / С. Е. Сардак. – Д. : ДГУ, 2018. – 103 с.

21. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. - Київ: Видавничий Дім «Слово», 2004. - 240 с.

22. Колесников О. В. Основи наукових досліджень. Навч. посіб. / О. В. Колесников. — К. : Центр учбової літератури, 2011. — 144 с

23. Конверський А.Є. Основи методології та організації наукових досліджень: навч. посіб./ Конверський А.Є Лубський В.І., Горбаченко Т.Г. Київ.- Центр учбової літератури.-: 2010. – 352 с.

24. Горбачук В.Т. Основи наукових досліджень: навч. посіб. / В.Т. Горбачук, Д.В. Горбачук. – Слов'янськ: ТОВ «Видавництво «Друкарський двір»», 2013. – 124 с.

25. Краус Н.М. Методологія та організація наукових досліджень: навчально-методичний посібник / Краус Н.М. – Полтава: Оріяна, 2012. – 183 с.
26. Методика та організація наукових досліджень : навч. посіб. / С.Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.
27. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб./ [В. М. Михайлов та ін]. – Х.: ХДУХТ, 2014. – 220 с.
28. Мокін Б. І. Методологія та організація наукових досліджень : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 180 с.
29. Остапчук М. В. Методологія та організація наукових досліджень : підручник / Остапчук М. В., Рибак А. І., Ванюшкін О. С.; Міжнар. гуманітар. ун-т. – Одеса : Фенікс, 2014. – 375 с.
30. Палеха Ю. І. Основи науково-дослідної роботи: навч. посіб. / Ю.І. Палеха, Н. О. Леміш. – К. : Вид. «Ліра-К», 2013. – 336 с.
31. 1. Конституція України [Електронний ресурс] : прийнята на 5-й сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 р. (із змінами). – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80/page4>
32. Цивільний кодекс України [Електронний ресурс] (із змінами станом на 23.09.2016 р.). – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/435-15>
33. Господарський кодекс України [Електронний ресурс] (із змінами станом на 23.09.2016 р.). – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/436-15>
34. Про авторське право і суміжні права : Закон України від 01.12.2022 р. № 2811-IX : станом на 15 квіт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#Text>
35. Про охорону прав на винаходи і корисні моделі [Електронний ресурс] : Закон України від 15 грудня 1993 р. № 3687-XII (із змінами). – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3687-12>
36. Про охорону прав на промислові зразки : Закон України від 15 грудня 1993 р. № 3688-XII (із змінами). – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3688-12/page2>
37. Про охорону прав на знаки для товарів і послуг : Закон України від 15 грудня 1993 р. № 3689-XII (із змінами). – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3689-12>

38. Про охорону прав на сорти рослин : Закон України від 21 квітня 1993 р. № 3116-XII (із змінами). – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3116-12/page3>

39. Про охорону прав на топографії інтегральних мікросхем : Закон України від 5 листопада 1997 р. № 621/97-ВР (із змінами). – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/621/97-%D0%B2%D1%80/page2>

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Антоненко Наталія Сергіївна
Прокопенко Олена Олександрівна
Поволоцька Світлана Олександрівна

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АВТОРСЬКОГО ПРАВА

Методичні вказівки для проведення практичних занять для здобувачів
вищої освіти другого (магістерського) рівня денної та заочної форм
здобуття освіти за спеціальністю 174
«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(освітня програма «Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології»)

В авторській редакції

Підписано до розміщення 25.06.2026. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 4,8. Обсяг 1,263 Мб. Зам. № 411/26.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна