

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №14

«Оформлення результатів дослідження у вигляді графічних залежностей» з дисципліни «Історія технологій та основи наукової діяльності» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2024

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №14 «Оформлення результатів дослідження у вигляді графічних залежностей» з дисципліни «Історія технологій та основи наукової діяльності» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл О.Є. Капустян, Т.О. Акритова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 15 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доцент
Т.О. Акритова, магістр, старш. лаб.
Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол № 01 від 13.09.2023 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №6 від 16.01.2024 р.

ЗМІСТ

1 Мета роботи	4
2 Загальні відомості	4
3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи	12
4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання	13
5 Вказівки з техніки безпеки	14
6 Порядок проведення практичної роботи.....	14
7 Зміст звіту	14
Рекомендована література	15

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити і засвоїти методи представлення результатів у вигляді графічних залежностей оскільки останні мають особливо високу наочність при мінімальній обробці даних.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При обробці та аналізі експериментальних даних особливої уваги заслуговує представлення результатів у вигляді графічних залежностей, оскільки останні мають особливо добру наочність при мінімальній обробці даних.

Для наочного зображення і аналізу масових даних складаються діаграми, які є одним із способів графічного зображення залежності між величинами.

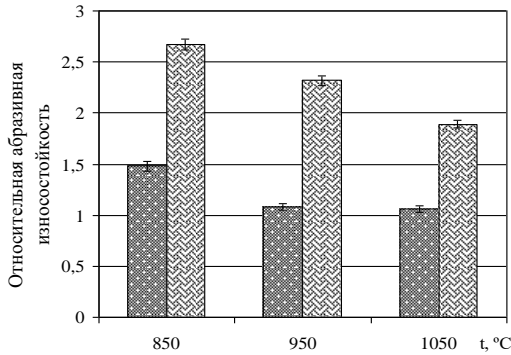
Діаграми в основному складаються з геометричних об'єктів (точок, ліній, фігур різних форм та кольорів) та допоміжних елементів (осей координат, умовних позначень, заголовків і т.д.). Відповідно до форми побудови розрізняють діаграми площинні, лінійні та об'ємні). Порівняння й зіставлення геометричних об'єктів на діаграмах може відбуватися в різних вимірах: за площею фігури або її висоті, по місцезнаходженню точок, по їхній густині, по інтенсивності кольорі і т.д.

Відомі більше десяти типів діаграм. Найбільшого поширення набули площинні (стовпчикові або стрічкові та секторні), а також лінійні діаграми.

Лінійні діаграми, як правило, застосовуються для ілюстрації залежностей, у яких має місце різке коливання (зміна величини) показника, який досліджується.

Стовпчикові і стрічкові діаграми в основному застосовуються для порівняльної ілюстрації величини досліджуваних показників у різних факторів або систем. На таких діаграмах дані зображуються у вигляді прямокутників однакової ширини, розташованих вертикально (рис. 2.1) або горизонтально (рис. 2.2). Довжина (висота)

прямокутників пропорційна до величин, які вони зображають. При вертикальному розташуванні прямокутників діаграма називається стовпчиковою при – горизонтальному стрічковою.



■ 130Г7ТЛ, скоростной нагрев ▨ 120Г5ТЛ, скоростной нагрев

Рисунок. 2.1 – Приклад стовпчикової діаграми, на якій показана залежність відносної абразивної зносостійкості від температури нагріву під загартування, проведеної після подвійного старіння при 550° С, 1 ч + 650° С, 1 ч для сталей 120Г5ТЛ і 130Г7ТЛ

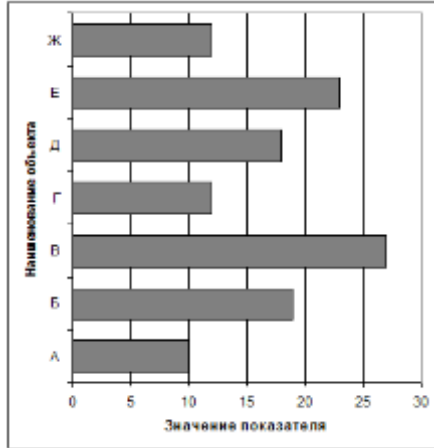


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд стрічкової діаграми

Розподіл якої-небудь сукупності на частини нерідко буває доцільно зобразити розподілом кола на частині – сектори. Секторні (кругові) діаграми представляють собою круг (рис. 2.3), розділений на сектори, величина яких пропорційна внеску об'єкта або явища, яке

відображається та властивості і характеристики досліджуваного параметру системи.

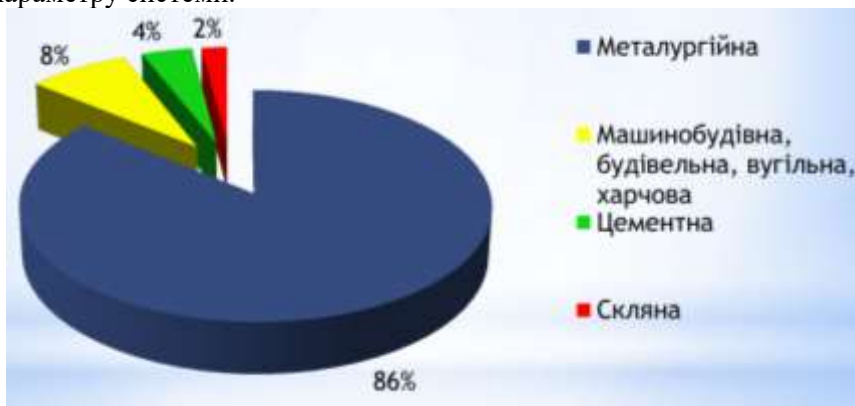


Рисунок 2.3– Загальний вигляд секторної діаграми, на якій у відсотках зображено об'єм застосування вогнетривких виробів у зазначених галузях промисловості

На основі даних, упорядкованих у рядки або стовпці, можна побудувати точкову діаграму. Точкова діаграма має дві осі даних: вісь абсцис (X) і вісь ординат (Y). Ці значення поєднуються в єдині точки й відображаються в нерегулярних інтервалах, або кластерах. Точкові діаграми зазвичай застосовуються для відображення та порівняння числових значень, наприклад наукових, статистичних або інженерних даних.

Найбільш поширеним видом графічної ілюстрації є графіки (лінійні діаграми), що представляють геометричне зображення функціональної залежності. Графічне зображення функціональної залежності відрізняється хорошою наочністю, дозволяє швидко знаходити значення функції за заданим значенням аргументу, в тому числі шляхом інтерполяції та екстраполяції, виконувати графічне інтегрування і диференціювання. Можливість графічного виконання таких операцій представляє особливий інтерес, тому що багато залежностей не можуть бути виражені через елементарні функції.

Для побудови лінійних діаграм найбільш часто використовується прямокутна система координат. По вісі абсцис відкладається значення змінної X , яка задається, а по осі ординат – значення досліджуваної функції Y .

Найбільш важливим моментом при побудові графічних залежностей є вибір масштабу. З метою забезпечення зручності побудови графіка, його наочності, малого розкиду результатів і високої точності зчитування даних рекомендується обирати такий масштаб, при якому величина найменшої середньоквадратичної помилки вимірювання змінного приблизно відповідає 1/10 частині відрізка шкали основної сітки графіка.

Якщо вибрати масштаб зображення таким, що помилка буде відповідати 1/10 частині поділки основної шкали (1/10 поділки допоміжної сітки), то всі випадкові відхилення на графіку зглядяться і буде неможливо отримати будь-який показник точності. Якщо вибрати масштаб таким, що помилка буде дорівнювати наприклад одній основній поділці, то може бути настільки великий розкид даних, що не вдасться вловити основний характер кривої або встановити закономірність її зміни.

Після того, як обрана ціна основної поділки шкали (вона повинна бути приблизно в 10 разів більше середньоквадратичної помилки вимірювання), слід визначити абсолютний розмір шкали і необхідну кількість поділок по кожній координатній вісі. Іншими словами, потрібно вибрати абсолютний масштаб шкали, при цьому зовсім не обов'язково, щоб основний поділ шкали дорівнювало одному сантиметру.

Правильному вибору розміру шкали може сприяти дотримання наступних рекомендацій:

1) ціну поділки слід округляти до найближчого числа, рівного 1×10^n ; 2×10^n ; $2,5 \times 10^n$; 4×10^n ; 5×10^n , де n – нуль або ціле число (додатне або від'ємне).

Так, якщо величина помилки вимірювань становить 0,18, ціну поділки шкали можна прийняти рівною 2, якщо помилка дорівнює 13, то ціну поділки можна прийняти рівною 100 і т.д;

2) крива повинна займати майже все координатне поле. Тому шкали по координатних осях повинні починатися з тих чисел, які є найближчими (знизу) до найменшого значення змінних і кратні ціні поділки. Закінчуватися шкали повинні числами, кратними ціні поділки і найближчими (зверху) до найбільших значень змінних.

Нехай прийнята ціна поділки шкали дорівнює 50, а межі вимірювання величини складають 118 ... 846. В цьому випадку шкала може починатись з цифри 100 і закінчуватись цифрою 850;

3) масштаб шкали (а отже і її розмір) рекомендується вибирати таким, щоб малюнок з усіма підписами міг поміститися на аркуші паперу 210 мм × 297 мм (П формат ГОСТ 2.301-68).

З описаного вище випливає, що розмітка координатної сітки графіка повинна проводитися не за дослідними, а за округленими рівновіддаленими значенням змінної, що дозволяє легко визначати координати будь-якої точки на кривій.

Числові значення масштабу чисел осей координат пишуть нижче осі абсцис і лівіше осі ординат. Для зручності читання графіків підписувати шкали рекомендується з інтервалом не менше 5 мм. Тому, в багатьох випадках підписування всіх поділок шкали не тільки не обов'язково, але навіть небажано. Кожна координатна вісь повинна мати напис, що позначає величину, яка відкладається по ній, а також її розмірність.

Розглянемо приклад побудови графічної залежності глибини проплавлення від сили струму при дуговому зварюванні сталей за наступними експериментальними даними (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Експериментальні дані для побудови графічної залежності

I, А	530	820	1040	1510
h, мм	4,8	8,8	12,0	17,6

Помилка вимірювання сили зварювального Струму становить ± 20 А, а найменша величина середньоквадратичної помилки заміру глибини проплавлення складає 0,4 мм.

Отже, ціну поділки по осі абсцис можна прийняти рівною 200 А, а по осі ординат – 4 мм. Межі зміни числових значень по осі абсцис будуть рівними 400 А ... 1600А, по осі ординат – 4 мм ... 20 мм. Вид графіка, побудованого відповідно до прийнятого масштабу та розбивкою шкал, представлений на рисунку 2.4.

Для побудови графіків можна наносити на координатну сітку всі експериментальні точки, в тому числі і результати повторних дослідів, а криву проводити таким чином, щоб вона проходила якнайближче до усіх точок (згідно до методу найменших квадратів). В даному випадку залежність глибину проплавлення від сили струму носить лінійний характер. Такий вид залежності носить лінійний характер і вона легко піддається математичній обробці.

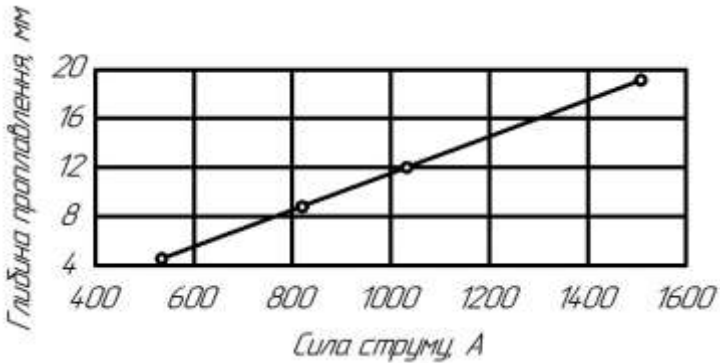


Рисунок 2.4 – Вплив сили струму на глибину проплавлення при дуговому зварюванні сталей

В той же час в більшості випадків залежності носять більш складний характер, як наприклад на графіку наведеному на рисунку 2.5.

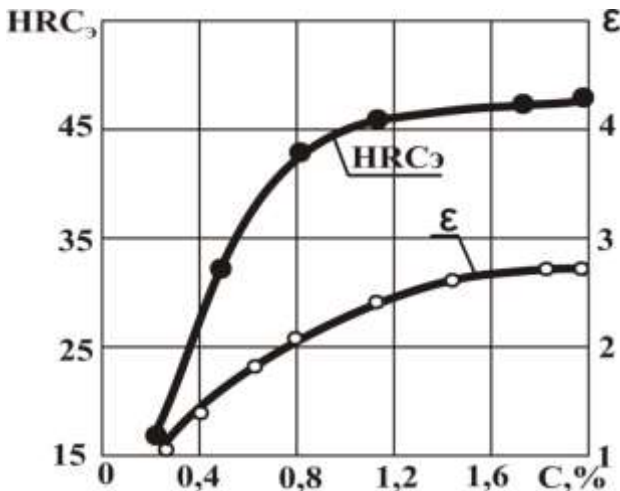


Рисунок 2.5 – Залежність твердості (HRC) та зносостійкості (ϵ) наплавленого металу від вмісту вуглецю

На лінійній діаграмі одночасно можна наносити декілька показників. Нерідко зустрічаються випадки, коли одна з змінних в інтервалі дослідження змінюється на декілька порядків, або найбільш інтенсивна зміна однієї зі змінних відбувається в початковому

інтервалі. В таких випадках виключно зручна логарифмічна шкала для відображення дуже великих діапазонів значень величин.

Існує два варіанти використання логарифмічного масштабу, це напівлогарифмічний і логарифмічний. В першому випадку логарифмічний масштаб обирається по одній з координатних осей, а по іншій є лінійний масштаб. У другому логарифмічна шкала використовується по обом осях графіка

Напівлогарифмічна сітка дозволяє розтягнути ділянку найбільш інтенсивної зміни кривої і стиснути ділянку з кривою, яка змінюється повільно. Це полегшує аналіз і обробку результатів на ділянці, де змінна величина змінюється найбільш інтенсивно.

Логарифмічна сітка дозволяє виділити початкову частину кривої в розгорнутому вигляді і полегшує вивчення і аналіз цієї області.

В цілому застосування логарифмічної і напівлогарифмічного масштабу дозволяє перетворити графічні криволінійні залежності в пряmolінійні, що полегшує подальшу їх математичну обробку.

Для полегшення побудови логарифмічної шкали паралельно до координатної вісі можна тимчасово провести лінію, на яку наноситься рівномірна шкала (рис. 2.6) з такою кількістю рівних відрізків, яка відповідає порядку максимальної величини, яка зображується на графіку.

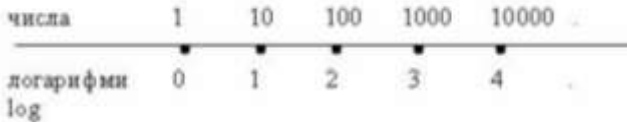


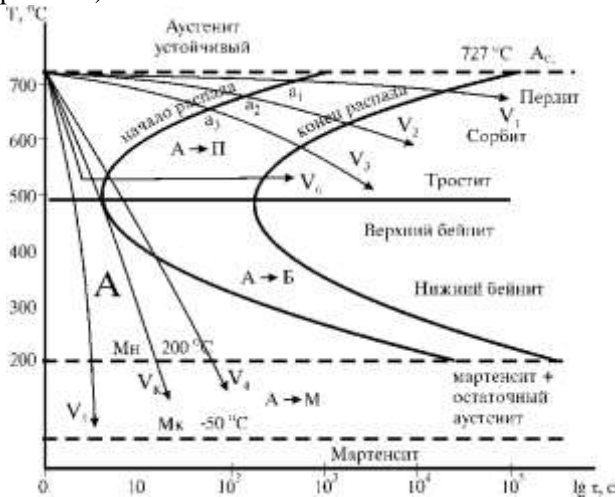
Рисунок 2.6 – Схема нанесення логарифмічної сітки на координатну вісь графіка

Так, якщо на графіку доведеться відкладати число ≤ 100 , то необхідно відкласти два відрізки, так як $\lg 100 = 2$; якщо число буде ≤ 1000 , то три відрізки, якщо число ≤ 10000 , то чотири і т.д. Потім на кожному відрізку нижньої шкали необхідно відміряти та відмітити його 0,30 частину; 0,48 частину; 0,60 частину і т.д. Величини частин відрізків повинні відповідати логарифмам чисел від 2 до 9, які дорівнюють $\lg 2 = 0,30$; $\lg 3 = 0,48$; $\lg 4 = 0,60$; $\lg 5 = 0,70$; $\lg 6 = 0,78$; $\lg 7 = 0,85$; $\lg 8 = 0,90$; $\lg 9 = 0,95$.

Початок відрізка, тобто нуль, відповідає логарифму одиниці, так як $\lg 1 = 0$. Кінець відрізка співпадає зі значенням логарифма 10, так як $\lg 10 = 1$.

Потім ці позначки переносяться на основну координатну вісь і навпроти кожної позначки вказується число, на підставі логарифму якого був отриманий цей відрізок (рис. 2.6).

В якості прикладу використання напівлогарифмічної сітки в якій логарифмічний масштаб використовують по осі абсцис (X) можна навести діаграму ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту (рис. 2.7).



A - аустеніт; Б - бейніт; П - перліт; М – мартеніт; V_k – китична крива охолодження, дотична виступу С-кривої

Рисунок 2.7 – Діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту

В якості прикладу використання напівлогарифмічної сітки в якій логарифмічний масштаб використовують по вісі ординат (Y) можна навести графік зміна інтенсивності зношування цементованих шарів по глибині залежно від вмісту хрому (рис. 2.8).

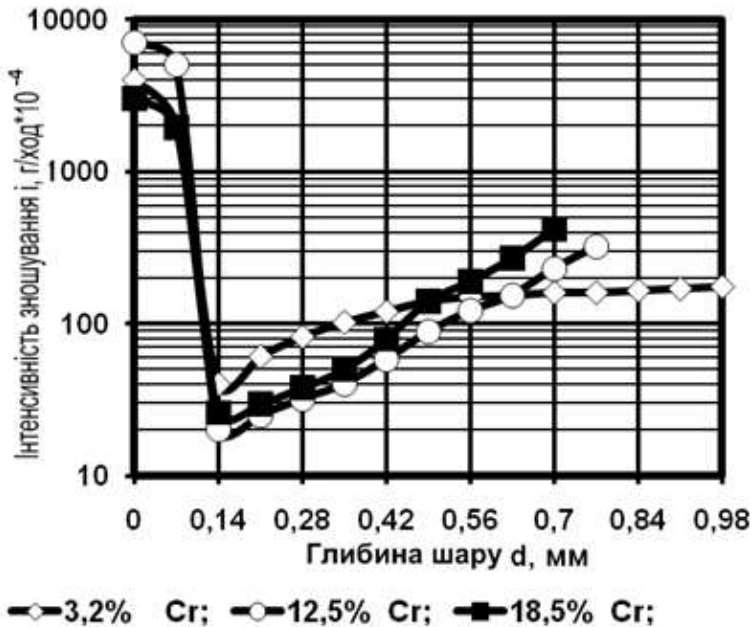


Рисунок 2.8 – Зміна інтенсивності зношування цементованих шарів по глибині залежно від вмісту хрому

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Розкажіть, які переваги має представлення результатів у вигляді графічних залежностей.
2. Поясніть, яким чином розрізняють діаграми відповідно до форми побудови.
3. Скажіть, які діаграми набули найбільшого поширення.
4. Поясніть, для ілюстрації яких залежностей, як правило, застосовуються лінійні діаграми?
5. Розкажіть, що представляють собою секторні діаграми і в яких випадках вони будуються?

6. Поясніть, який вид графічної ілюстрації є найбільш поширеним.

7. Розкажіть, яка система координат найбільш часто використовується для побудови графіків.

8. Сформулюйте рекомендації, які слід дотримуватись, щоб правильно вибрати розміру шкали.

9. Наведіть порядок побудови графіків (лінійних діаграм).

10. В яких випадках для побудови графіків застосовується логарифмічні шкали?

11. Сформулюйте, чим відрізняється напівлогарифмічна шкала від логарифмічної.

12. Побудуйте графік за експериментальними даними наведеними в таблиці.

I, A	380	820	1240	1610
$h, \text{мм}$	2,7	8,8	14,1	18,6

13. Знайдіть рівняння залежності глибини проплавлення від сили струму при дуговому зварюванні сталей.

14. Сформулюйте, які недоліки властиві графічним методам знаходження функціональних залежностей?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Вихідним матеріалом для проведення роботи являються результати експериментів у вигляді від таблиць або записів, які були виконані при випробуваннях на кафедрі ОТЗВ. Наприклад, результати дослідження інтенсивності абразивного зношування наплавленого металу в залежності від його хімічного складу; впливу струму на геометричні параметри наплавленого валика; дослідження впливу одного і з можливих параметра умов зношування на зносостійкість металу та інше.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Отримати у викладача результати експериментів. Для різних студентів ці дані будуть відрізнятися.
2. В залежності від кількості і виду результатів експериментів, вибрати тип графічного зображення, який Ви вважаєте найбільш ілюстративним для їх оформлення (стовпчикові або стрічкові діаграми, лінійні графіки та інше).
3. Сформулювати підпис до рисунку. Створити діаграми, графіки та інше відповідно до вимог, наведених в даних методичних вказівках.
4. Зробити звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування і мета практичної роботи.
2. Коротко привести класифікацію діаграм, вказати на їх переваги і недоліки, привести основні вимоги, які до них пред'являються.

3. Привести порядок створення діаграм.
4. Привести діаграму, яку Ви створили.
5. Дати висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
2. Філіпченко А. С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Посібник. К.: Академвидав, 2004. 208 с.
3. Основи наукових досліджень. Організація самостійної та наукової роботи студента: Навч. посібник / Я.Я.Чорненький, Н.В. Чорненька, С.Б. Рибак та ін. К.: ВД«Професіонал», 2006. 208 с.
4. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. К.: Знання-Прес, 2002. 295 с.
5. Чернілевський Д. В. Методологія наукової діяльності: Навчальний посібник / За ред. професора Д. В. Чернілевського. Вінниця: Вид-во АМСКП, 2010. 484 с. Лекція 10. Графічний спосіб зображення статистичних даних
<https://dl.sumdu.edu.ua/textbooks/28071/49812/index.html>