

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ
ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни «Методологія наукових досліджень» для студентів ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПІ «Автомобільні дороги і аеродроми» денної форми навчання

Дніпро
2022

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Методологія наукових досліджень» для студентів ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Автомобільні дороги і аеродроми» денної форми навчання / Укладачі : Кірічек Ю.О., Бегічев С.В., Могильний С.Г., Трегуб О.В. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА. – 2022. – 12 с.

Методичні вказівки містять основи статистичної обробки результатів досліджень. Наведені поняття про середні величини, варіаційний ряд, ранжований та інтервальний варіаційний ряд, дисперсія, відхилення, коефіцієнт варіації та ін.

Укладачі: Кірічек Ю.О., д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Бегічев С.В., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Могильний С.Г., д.т.н., професор кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Трегуб О.В., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Кірічек Ю.О., д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Рецензент: Кульбака О.М., к.е.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри
автомобільних доріг, геодезії та землеустрою
ДВНЗ ПДАБА.

Протокол № 6 від 21.01.2022 р.
Завідувач кафедри Кірічек Ю.О.,

Рекомендовано до друку навчально-
методичною радою ДВНЗ ПДАБА.
Протокол № 5 від 23.03.2022 р.

Зміст

<i>Вступ</i>	3
<i>Практична робота № 1.</i> Визначення середніх, середніх арифметичних та середніх арифметичних зважених площ відремонтованого дорожнього покриття та обсягів дорожнього матеріалу	4
<i>Практична робота № 2.</i> Розрахунок середньої площі відремонтованого дорожнього покриття на одне підприємство та середньої витрати праці на 1 км ² покриття дороги	6
<i>Практична робота № 3.</i> Розрахунок абсолютних та відносних показників варіації обсягів робіт з ремонту доріг	6
<i>Практична робота № 4.</i> Розрахунок середньої арифметичної простої та зваженого обсягу використаних дорожніх матеріалів на підприємстві	10
<i>Практична робота № 5.</i> Розрахунок середньої величини обсягу використаних дорожніх матеріалів за формулою середньої гармонійної зваженої	11
Список літератури	12

Вступ

Дисципліна «Методологія наукових досліджень» є однією із базових у підготовці магістрів. В умовах інтенсивного зростання обсягів наукової інформації, швидкозмінності та оновлення системи наукових знань виникає потреба в якісно новій теоретичній підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій і пристосування до умов ринкових відносин.

Суть вищої освіти не тільки у підготовці спеціалістів певної галузі знань, а й у набутті студентами навичок самоосвіти, вмінь аналізувати процеси незалежно від того, в якій галузі вони будуть працювати – у сфері науки чи виробництва. Знання методології, теорії, методів і організації науково-дослідної діяльності допоможе молодим ученим включатися у професійну діяльність, втілювати наукові знання у практичну площину, сприятиме розвитку творчого мислення. Науково-дослідна робота може здійснюватися в наступних формах: виконання завдань наукового керівника відповідно до затвердженого плану науково-дослідної роботи; участь у наукових та науково-практичних семінарах, виступ на конференціях молодих учених; підготовка та публікація тез доповідей, наукових статей; підготовка та захист курсової науково-дослідної роботи з напрямку проведених наукових досліджень; участь у науково-дослідних проектах, які виконуються на кафедрі в рамках науково-дослідних програм, підготовка та захист кваліфікаційної магістерської роботи.

Практична робота №1
Визначення середніх, середніх арифметичних та середніх арифметичних зважених площ відремонтованого дорожнього покриття та обсягів дорожнього матеріалу

Мета роботи. Навчитися застосовувати середні величини та показники варіації при вирішенні прикладних задач у будівництві.

Вихідні данні. Студент використовує вихідні данні, що наведені у таблиці 1.1, підставивши свій номер за списком.

Таблиця 1.1

Характеристики ремонту асфальтобетонних покриттів автодоріг

№ дорожньо-будівельної організації	Площа покриття доріг, км ²	Обсяг дорожнього матеріалу, т/км ²
1	12	10,2
2	36	9,6+0,1N*
3	58	13,4
4	145	12,1
5	31	11,8
6	41,5	14,2

N – порядковий номер студента за списком групи.

Завдання: Визначити середню величину площі дорожнього покриття, середню арифметичну та середню арифметичну зважену обсягу дорожнього матеріалу по групі дорожньо-будівельних організацій в цілому.

Методичні рекомендації.

Середньою величиною називається показник, який характеризує типовий рівень ознаки, що має варіації і обчислений на одиницю однорідної сукупності. Середня величина відображає загальне, що характерно для всіх одиниць сукупності. Індивідуальні значення ознаки називаються варіантами. Кількість однакових значень ознаки в даній сукупності називається вагою.

Види середніх величин розрізняються тим, яка властивість, який параметр вихідної маси, яка має варіації індивідуальних значень ознаки повинен бути збережений незмінним.

У розрахунках використовують різні види середніх величин: середня арифметична, середня квадратична, середня геометрична, середня гармонійна.

Середньою арифметичною величиною називається таке середнє значення ознаки, при обчисленні якого загальний обсяг ознаки в сукупності зберігається незмінним.

Якщо значення кожного варіанта зустрічається тільки один раз, то для розрахунку середньої використовують формулу *середньої простою*. Якщо значення варіантів зустрічаються неодноразово, користуються формулою *зваженої*.

Середня арифметична проста обчислюється за формулою:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) : n = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1.1)$$

де \bar{x} - середня арифметична;

x_i ($x_1, x_2, x_3 \dots x_n$) – варіанти усереднюючої ознаки;

i – номер варіанта,

$i=1,2,3 \dots n$;

n – число варіантів.

Середня арифметична зважена обчислюється за формулою:

$$\bar{x} = \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + \dots + x_k n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} \quad (1.2)$$

де n_1, n_2, \dots, n_k – вага усереднюючої ознаки.

Якщо необхідно, щоб незмінною залишалася при усереднюванні сума величин, зворотних індивідуальним значенням ознаки, то середня величина є гармонійною середньою.

Середня гармонійна обчислюється за формулою:

$$\bar{x}_{\text{гарм}} = \frac{\sum W_i}{\sum \frac{W_i}{x_i}} \quad (1.3)$$

де W_i – загальний обсяг матеріалу; x_i – обсяг матеріалу на 1 км².

Наприклад: необхідно розрахувати середній обсяг використаного асфальтобетону при ремонті доріг на 1 км² (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Вихідні данні для розрахунку

№ ділянки дороги	Обсяг використаного асфальтобетону на 1 км ² , т/км ²	Загальний обсяг використаного асфальтобетону, т
1	9,6	3500
2	12,4	4350
3	10,2	3720
4	13,1	4630
5	10,8	3325

$$\bar{X}_{\text{гарм}} = \frac{3500 + 4350 + 3720 + 4630 + 3325}{\frac{3500}{9,6} + \frac{4350}{12,4} + \frac{3720}{10,2} + \frac{4630}{13,1} + \frac{3325}{10,8}} = 11,2$$

Практична робота №2

Розрахунок середньої площі відремонтованого дорожнього покриття на одне підприємство та середньої витрати праці на 1 км² покриття дороги

Мета роботи. Навчитися застосовувати середні величини та показники варіації при вирішенні прикладних задач у будівництві.

Вихідні данні. Студент використовує вихідні данні, що наведені у таблиці 2.1, підставивши свій номер за списком.

Таблиця 2.1

Групування підприємств за площею ремонту дорожнього покриття

Група підприємств, км ²	Число підприємств	Витрати праці на 1 км ² дорожнього покриття, люд.-год.
500-1000	30	60
1000-1500	25	50
1500-2000	10	40+0,1N
2000-2500	5	30
Разом	70	x

Завдання: Визначити: середню площу дорожнього покриття на 1 підприємство та середні витрати праці на 1 км² дорожнього покриття.

Методичні рекомендації. Використовуючи формулу 1.1. обчислити середню площу та середні витрати праці.

Практична робота №3

Розрахунок абсолютних та відносних показників варіації обсягів робіт з ремонту доріг

Мета роботи. Навчитися застосовувати середні величини та показники варіації при вирішенні прикладних задач у будівництві.

Вихідні данні. Студент використовує вихідні данні, що наведені у таблиці 3.1, підставивши свій номер за списком.

Завдання: Розрахувати абсолютні та відносні показники варіації площі доріг та зобразити графічно розподіл дорожньо-експлуатаційних підприємств за площею відремонтованих доріг.

Розподіл дорожньо-експлуатаційних підприємств за площею відремонтованих доріг

Площа, км ²	Число підприємств
1000-2000	8
2000-3000	6
3000-4000	5
4000-5000	4+0,1N
5000-6000	3
6000-7000	2
Разом	28+0,1N

Методичні рекомендації. *Варіацією значень* якої-небудь ознаки в сукупності називається відмінність його значень в різних одиницях даної сукупності в один і той же період або момент часу.

Варіаційний ряд – впорядкований розподіл одиниць сукупності по зростаючим або по убутним значенням ознаки і підрахунок числа одиниць з тим чи іншим значенням ознаки.

Існують три форми варіаційного ряду: ранжирований ряд, дискретний ряд, інтервальний ряд.

Ранжований ряд – це перелік окремих одиниць сукупності в порядку зростання (спадання) досліджуваної ознаки.

Дискретний варіаційний ряд - це таблиця, що складається з двох рядків або граф: конкретних значень варіюючої ознаки x_i і числа одиниць сукупності з даними значенням ознаки n_i частот.

Інтервальний варіаційний ряд являє собою таблицю, що складається з двох граф (або рядків) - інтервалів ознаки, варіація якої вивчається, і числа одиниць сукупності, що потрапляють в даний інтервал (частот), або часткою цього числа від загальної чисельності сукупності частостей.

При побудові інтервального варіаційного ряду необхідно вибрати оптимальне число груп (інтервалів ознаки) і встановити довжину інтервалу. Оптимальне число груп обирається так, щоб в достатній мірі відбилася різноманітність значень ознаки в сукупності і в той же час закономірність розподілу, його форма не спотворювалася випадковими коливаннями частот.

Найчастіше число груп у варіаційному ряду встановлюють, дотримуючись формули, рекомендованої американським вченим Стерджессом (Sturges):

$$n=1+3,32 \cdot 1,44 \lg N, N+1, \quad (3.1)$$

де n – число груп; N – число об'єктів у сукупності.

Для визначення приблизної кількості груп в залежності від числа спостережень рекомендується наступна шкала (табл. 3.2)

Таблиця 3.2

Шкала для вибору кількості груп

Число спостережень	до 40	40-60	60-100	100-300	Більше 300
Приблизна кількість груп	3	3-4	4-5	5-7	8-10

Наприклад, необхідно побудувати варіаційний ряд розподілу підприємств по обсягу виконаних робіт за 2021 рік. Число дорожньо-будівельних підприємств - 143. Найменше значення обсягу виконаних робіт з ремонту асфальтобетонного покриття - 10,7 т/км², найбільше - 53,1 т/км². Маємо:

$$n = 1 + 3,32 \lg 143 = 8,16$$

Отже, рекомендується побудувати 8 або 9 груп. Знаючи число груп, розраховуємо величину інтервалу:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n} \quad (3.2)$$

де x_{\max} – максимальне значення ознаки, що згрупує в сукупності;

x_{\min} – мінімальне значення ознаки, що згрупує;

n – число груп.

У нашому прикладі величина інтервалу складає:

а) при 8 групах:

$$i = \frac{53,1 - 10,7}{8} = 5,3 \text{ т/км}^2$$

б) при 9 групах:

$$i = \frac{53,1 - 10,7}{9} = 4,7 \text{ т/км}^2$$

Для побудови ряду і аналізу варіації краще мати округлені значення величини інтервалу і його кордонів. Тому найкращим рішенням буде побудова варіаційного ряду з 9 групами з інтервалом 5ц/га (табл. 3.3).

Середнє арифметичне зважене:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} = \frac{4327,5}{143} = 30,3 \text{ т/км}^2$$

Розмах варіації – різницю між максимальним і мінімальним значеннями ознаки:

$$R = x_{\max} - x_{\min}, \quad (3.3)$$

де R – розмах варіації; x_{\max} , x_{\min} – максимальне та мінімальне значення ознаки.

Розподіл дорожньо-експлуатаційних підприємств за обсягом використаних дорожніх матеріалів

Групування підприємств за обсягом використаних матеріалів, т/м ² , x _i	Кількість підприємств, n _i	Середина інтервалу, т/км ² , x _i '	x _i '*n _i	Накопичена частота, n _i '
10-15	6	12,5	75	6
15-20	9	17,5	157,5	15
20-25	20	22,5	450,0	35
25-30	41	27,5	1127,5	76
30-35	26	32,5	845,0	102
35-40	21	37,5	787,5	123
40-45	14	42,5	595,0	137
45-50	5	47,5	237,5	142
50-55	1	52,5	52,5	143
Разом	143		4327,5	

Середнє лінійне відхилення являє собою середню арифметичну з модулів абсолютних відхилень варіантів від їх середньої величини.

а) для первинних не згрупованих даних:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (3.4)$$

б) для варіаційного ряду:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{\sum n_i} \quad (3.5)$$

де \bar{d} – середнє лінійне відхилення;

x_i – окремі значення ознаки (варіанти);

\bar{x} – середня арифметична;

n – чисельність сукупності;

n_i – частота, число, що показує: скільки разів повторюється варіант;

\sum – знак суми;

$|x_i - \bar{x}|$ – відхилення.

Для нашого прикладу = 6,85 т/км² – це означає, що в середньому обсяг використаних матеріалів у досліджуваній сукупності підприємств відхилялася від середньої на 6,85 т/км².

Середнє квадратичне відхилення - це середня квадратична відхилень варіантів від їх середньої арифметичної.

а) для первинних даних:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n}{n}} \quad (3.6)$$

б) для варіаційного ряду:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n}{\sum ni}} \quad (3.7)$$

За даними таблиці 1.2 середньоквадратичне відхилення обсягу використаних матеріалів склало 8,44 т/км².

Дисперсія – це квадрат середнього квадратичного відхилення.

а) для первинних даних:

$$\delta^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (3.8)$$

б) для варіаційного ряду:

$$\delta^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum ni} \quad (3.9)$$

Коефіцієнт варіації – відношення середнього квадратичного відхилення до середньої арифметичної, який виражається у відсотках:

$$V = \frac{\delta}{x} \cdot 100 \quad (3.10)$$

де V – коефіцієнт варіації.

Практична робота №4

Розрахунок середньої арифметичної простої та зваженого обсягу використаних дорожніх матеріалів на підприємстві

Мета роботи. Навчитися застосовувати середні величини та показники варіації при вирішенні прикладних задач у будівництві.

Вихідні данні. Студент використовує вихідні данні, що наведені у таблиці 4.1, підставивши свій номер за списком.

Завдання: Розрахувати середню арифметичну просту величину обсягу матеріалів на кожному підприємстві; середню арифметичну зважену величину обсягу матеріалу на кожному підприємстві та порівняти їх, вказати причину відмінності.

Методичні рекомендації. Використовуючи формули 1.1-1.2 обчислити середню арифметичну просту та зважену величини обсягів матеріалів на кожному підприємстві.

Таблиця 4.1

Площі дорожнього покриття та обсяг використаних дорожніх матеріалів

№ підприємства	Дрібнозернистий асфальтобетон		Крупнозернистий асфальтобетон	
	Площа покриття доріг, км ²	Обсяг матеріалу, т/км ²	Площа покриття доріг, км ²	Обсяг матеріалу, т/км ²
1	100	13,6+0,1N	80	14,6
2	150	14,1	140	16,4+0,1N
3	200	12,8	60	13,8
4	120	15,2	40	13,4

Практична робота №5

Розрахунок середньої величини обсягу використаних дорожніх матеріалів за формулою середньої гармонійної зваженої

Мета роботи. Навчитися застосовувати середні величини та показники варіації при вирішенні прикладних задач у будівництві.

Вихідні данні. Студент використовує вихідні данні, що наведені у таблиці 5.1, підставивши свій номер за списком.

Таблиця 5.1

Обсяг використаного асфальтобетону на ділянках

№ ділянки дороги	Обсяг використаного асфальтобетону на 1 км ² , т/км ²	Загальний обсяг використаного асфальтобетону, т
1	18,2	605
2	16,4	480
3	13,8+0,1N	420
4	17,6	530
5	15,2	440
6	15,4	560
7	16,1	725+0,1N
8	20,4	842

Завдання: Розрахуйте середній обсяг використаного асфальтобетону на ділянці за формулою середньої гармонійної зваженої.

Методичні рекомендації. Використовуючи формулу середньої гармонійної зваженої (1.3) обчислити середній обсяг використаного асфальтобетону при ремонті доріг.

Список літератури

1. Артемчук Г. І. Методика організації науково-дослідної роботи : навч. посіб. / Г. І. Артемчук, В. М. Курило, М. П. Кочерган – К. : Форум, 2000. – 270 с.
2. Баскаков А. Я. Методология научного исследования : учеб. пособ. / А. Я. Баскаков, Н. В. Туленков. – К., 2002. – 214 с.
3. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень : підручник / М.Т. Білуха. – К. : АБУ, 2002. – 480 с.
4. Гавриленко О. П. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. / О. П. Гавриленко. – 2008. – 172 с.
5. Горбатенко І. Ю. Основи наукових досліджень : підручник / І. Ю. Горбатенко, Г. О. Івашина. – Херсон, 2001. – 342 с.
6. Грищенко І. М. Основи наукових досліджень : навч. посіб. / І. М. Грищенко, О. М. Григоренко, В. А. Борисейко. – К. : КНТЕУ, 2001. – 185 с.
7. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. / А. М. Єріна, В. Б. Захожай, Д. Л. Єрін. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
8. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. / О. В. Крушельницька. – К. : Кондор, 2006. – 206 с.
9. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Посібник. – К.: Академвидав, 2004. – 208 с.