

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ
ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ»

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Метрологічне забезпечення і контроль якості геодезичних робіт» (для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Афанасьєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 17 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

С. Г. Нестеренко, кандидат технічних наук, завідувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 05.08.2022

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота № 1 Розрахунок допусків лінійних розмірів.....	5
Практична робота № 2 Точність розмічувальних робіт.....	7
Практична робота № 3 Визначення точності геометричного параметру...	9
Практична робота № 4 Вимірювання. обробка результатів вимірювання.	11
Практична робота № 5 Контролювання якості.....	13
Самостійна робота.....	15
Список рекомендованих джерел.....	16

ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для виконання практичних робіт та самостійної роботи здобувачів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій.

Кожна практична робота виконується здобувачем самостійно та містить теоретичний матеріал і практичну частину.

Оформлені відповідно до вимог практичні роботи та їхні результати необхідно надати викладачу в електронному вигляді у WORD або PDF. Після здачі оформленої роботи здобувач отримує оцінку, яка відображає результати його роботи за всіма пунктами змісту практичної роботи.

Здобувач не отримує остаточну оцінку та не допускається до складання заліку оцінку без виконаних практичних завдань відповідно до цих методичних рекомендацій.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

РОЗРАХУНОК ДОПУСКІВ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ

Загальні відомості

Допуск являє собою затверджене стандартом можливе відхилення дійсного значення вимірюваної величини від її істинної величини. Розрізняють функціональний та технологічний допуск. Оцінку точності вимірювань виконують відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [1].

Відповідно до [1], допуски та граничні відхили форми і взаємного положення поверхонь встановлюють, якщо потрібно обмежити спотворення елементів, що не виявляються при контролі точності лінійних розмірів.

Допуски лінійних розмірів елементів регламентують точність їх виготовлення за довжиною, шириною, висотою, товщиною, діаметром, точність розмірів та положення виступів, тощо. Ці допуски приймаються за таблицею 6.2 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [1] залежно від номінального розміру L , точність якого нормують.

Відповідно до [1], значення допуску визначається відповідно до класу точності обчислюють за формулою:

$$\Delta X = i \cdot k, \quad (1.1)$$

де i – одиниця допуску;

k – коефіцієнт точності, що встановлює кількість одиниць допуску для даного класу точності.

Одиниця допуску визначається за формулою:

$$i = \alpha_i (0,8 + 0,001\sqrt{L}) \times (\sqrt[3]{L + 25} + 0,01\sqrt[3]{L^2}), \quad (1.2)$$

де L – номінальний розмір, мм;

α_i – множник, що для лінійних розмірів дорівнює 1.

Для визначення коефіцієнту точності k необхідно побудувати стандартний ряд переважних чисел (R5), що становить десяткові ряди геометричної прогресії зі знаменником:

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}. \quad (1.3)$$

Для (R5) $q = \sqrt[5]{10}$

$$k = a_n : 10. \quad (1.4)$$

Практична частина

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [1] розрахувати величини допусків для лінійних розмірів. Розрахунок результати розрахунку навести в табличній формі (табл. 1.1). В роботі обов'язково необхідно навести всі етапи розрахунку за формулами.

Таблиця 1.1 – Визначення допусків лінійних розмірів

Інтервал номінального розміру, L мм	Значення допуску для класу точності, ΔX								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 20									
Більш ніж 20–60									
Більш ніж 60–120									
Більш ніж 120–250									
Більш ніж 250–500									
Більш ніж 500–1 000									
Більш ніж 1 000–1 600									
Більш ніж 1 600–2 500									
Більш ніж 2 500–4 000									
Більш ніж 4 000–8 000									
Більш ніж 8 000–16 000									
Більш ніж 16 000–25 000									
Більш ніж 25 000–40 000									
Більш ніж 40 000–60 000									
Значення K									

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ТОЧНІСТЬ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

Загальні відомості

Точність розмічувальних робіт характеризуються (рис. 6.5–6.10 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [1]):

- допусками та граничними відхиленнями розмічування точок і осей у плані;
- передачі точок і осей по вертикалі;
- допусками створності та граничними відхиленнями від створності точок;
- допусками та граничними відхиленнями розмічування висотних позначок і передачі висотних позначок;
- допусками перпендикулярності та граничними відхиленнями від перпендикулярності осей.

Допуски для розмічуваних точок наведені в таблицях 6.6–6.8 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [1].

Розмічувальні роботи під час будівництва повинні забезпечувати винесення в натуру, з заданою точністю, осей та позначок, що визначають відповідно до проектної документації, положення в плані та по висоті конструкцій, елементів та частин будівель (споруд) [2].

Під час будівництва точність розмічувальних робіт приймається відповідно до таблиці 2 ДБН В.1.3-2 [2]. Якщо будівництво здійснюється за проектною документацією, де містяться допуски на виготовлення та зведення конструкцій будівель (споруд), що не передбачені стандартами, нормами і правилами, потрібну точність розмічувальних робіт визначають розрахунками які повинні бути наведені в проектній документації.

При виконанні розмічувальних робіт в процесі будівництва треба чітко дотримуватися вимог розділу 6 ДБН В.1.3-2.

Відповідно до [2], правильність виконання розмічувальних робіт перевіряють шляхом контрольних геодезичних вимірювань та побудов (у напрямках, що не співпадають з прийнятими при розмічуванні) з точністю не нижче, ніж при розмічувальних роботах. Граничні відхилення визначають за формулою:

$$\delta = t \times m, \quad (2.1)$$

де t – величина, що залежить від категорії будівлі (споруди) та дорівнює 2; 2,5; 3 і визначається при розробленні проекту виконання робіт;

m – середня квадратична похибка, що приймається згідно з таблицею 2 ДБН В.1.3-2.

Практична частина

Визначити граничні відхилення залежно від характеристик будівель, споруд, будівельних конструкцій:

1) будинки до 5-ти поверхів; будівлі та споруди висотою до 15-ти м при:

- лінійних вимірюваннях;
- кутових вимірюваннях;

2) будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18-ти до 30-ти м при:

- кутових вимірюваннях;
- нівелюванні на станції на вихідному та монтажному горизонтах, мм;

3) будинки до 15-ти поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від 6-ти м до 18-ти м при:

- кутових вимірюваннях;
- передачі точок, осей по вертикалі, мм.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПАРАМЕТРУ

Загальні відомості

Відповідно до [1], точність геометричного параметра – ступінь наближення дійсного значення геометричного параметру до його дійсного значення.

Клас точності – сукупність значень технологічних допусків, що залежать від номінальних значень геометричних параметрів. Кожен клас точності містить ряд допусків, що відповідають однаковому ступеню точності для всіх номінальних значень даного геометричного параметра [1].

Відповідно до п. 4.1.4 [1], точність геометричного параметру X у сукупності його дійсних значень X_i , що отримана в результаті операції масового серійного виробництва визначають статистичними характеристиками точності.

У якості статистичних характеристик точності геометричного параметра використовують його середнє значення X_m і середній квадратичний відхил S_X , що визначаються за формулами.

$$X_m = X_0 + \frac{\sum_{i=1}^m (\bar{X}_i - X_0) \times n_i}{N}, \quad (2.1)$$

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\bar{X}_i - X_0)^2 \times n_i}{N - 1}}. \quad (2.2)$$

На підставі результатів статистичного аналізу встановлюється можливість процесу забезпечувати точність параметру відповідно до певного класу точності.

Клас точності визначаємо за умови:

$$\Delta X \geq 2 \times t \times S_X, \quad (2.3)$$

де ΔX – найближче більше до значення $2 \times t \times S_X$ даного допуску для даного інтервалу номінального розміру (таблиця 1.1ПР 1).

Значення t беремо з таблиці 8.1 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 залежно від приймального рівня дефектності.

Показник рівня точності визначаємо відповідно до п. 8.5.3 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 за формулою:

$$h = \frac{\Delta X - 2 \cdot t \cdot S_X}{\Delta X}, \quad (2.4)$$

Показник рівня точності характеризує запас точності стосовно допуску ΔX .

Якщо за своїм абсолютним значенням h виявиться меншим ніж 0,14, вважають, що запас точності відсутній. Якщо h негативний і за своїм абсолютним значенням перевищує 0,14, то це означає, що процес перейшов до біль низького класу точності. При значенні h , що наближається до 0,5, потрібно перевірити можливість віднесення процесу до більш низького класу точності.

Практична частина

За виміряними значеннями дійсних лінійних значень:

- 1) розрахувати середнє значення X_m і середній квадратичний відхил S_X ;
- 2) визначити показник рівня точності;
- 3) оцінити точність процесу.

Статистичну обробку даних виконати через побудову гістограми розподілу лінійних розмірів із заповненням таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Статистична обробка даних дійсних лінійних розмірів

Номер інт.	Середина інтервалу, X_i	Число (частота) повторень значень в інтервалі, n_i	$\bar{X}_i - X_0$	$(\bar{X}_i - X_0) \cdot n_i$	$(\bar{X}_i - X_0)^2$	$(\bar{X}_i - X_0)^2 \cdot n_i$
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
п...						
		$N = \sum n_i$		$\sum (\bar{X}_i - X_0) \cdot n_i$		$\sum (\bar{X}_i - X_0)^2 \cdot n_i$

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ВИМІРЮВАННЯ. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

Загальні відомості

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних приладів і їх порівняння з еталонами. Вимірювання є основною складовою частиною будь якого наукового дослідження. Результати вимірювання повинні бути точними та достовірними, засоби вимірювання в обов’язковому порядку повинні бути повірені та мати повірочний сертифікат.

При проведенні експериментальних робіт процес вимірювання контролюється на кожній стадії.

Обробка результатів вимірювання складається з попереднього оцінювання отриманих значень фізичних величин, їх графічного відтворення або використання отриманих даних для подальшого математичного розрахунку. В залежності від поставленого завдання, може знадобитися

математична обробка даних для графічного відтворення результатів, або навпаки. Після чого отримані результати дослідної роботи детально аналізуються та робиться висновок.

У випадках необхідності приблизного відображення дійсності в якості результату дослідження використовують модель, як інструмент наукового пізнання. Серед моделей можна виділити такі їх види:

- фізичні моделі – моделі, що виникли для постановки експериментальних досліджень або за результатами експериментальних досліджень;

- математичні моделі – наближений опис довільного класу явищ зовнішнього світу, поданий за допомогою математичної символіки.

- імітаційні моделі – представляють собою різновид математичних моделей, що описують динамічні процеси в реальних системах і піддаються перевірці.

Вибір того чи іншого способу відображення результатів вимірювань залежить від задання що стоїть перед дослідником.

Практична частина

1. Представити результати таблиці 4.1 у вигляді:

- графіка (на графіку обов'язково повинен зчитуватись оптимум) з подальшим аналізом та висновком результатів;
- діаграми (дві діаграми: стовпчикова та дискова).

Таблиця 4.1 – Експериментальні результати дослідження

Дата	$t_{min}, ^\circ\text{C}$	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$	$t_{max}, ^\circ\text{C}$	$t_{cp.дневн}, ^\circ\text{C}$	Оцінка якості
21.10.2022	8,5	11,8	14,7	13,25	1,0
07.04.2022	5,0	11,4	18,0	14,7	2,0
09.01.2022	-16,4	-10,8	-5,3	17,0	3,5
06.08.2022	15,9	20,6	25,1	22,9	4,0
26.08.2022	22	27,4	33,2	30,3	5,0

2. Проаналізувати графік (рис. 4.1) та вирішити зворотнє завдання – представити результати вимірювань за якими графік був побудований.

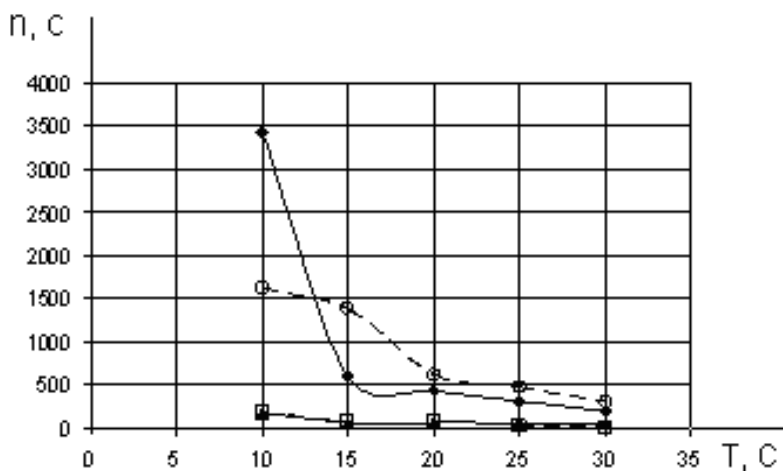


Рисунок 4.1 – Представлення результатів вимірювань у вигляді графічної залежності

3. Дати визначення поняттю «експеримент», детально розібрати його та представити у вигляді схеми та блок-схеми.

4. Розібрати існуючі види моделей та, використовуючи один з них представити бачення свого майбутнього дисертаційного дослідження.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Загальні відомості

Якість – сукупність властивостей, які визначають придатність продукції для її використання за призначенням.

Показник якості продукції – це кількісна характеристика однієї або декількох властивостей продукції, що входять в її якість (розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації або споживання).

Виражається в різних фізичних одиницях виміру, умовних одиницях, може бути безрозмірним.

Забезпечення якості (наприклад на виробництві) представляє собою сукупність взаємопов'язаних систематизованих і планованих видів діяльності, необхідних для виконання встановлених вимог.

Управління якістю представляє собою скоординовану діяльність, яка полягає у спрямуванні та контролюванні організації щодо якості.

Відповідно до [3], система управління якістю:

- охоплює дії, за допомогою яких організація ідентифікує свої цілі та визначає процеси й ресурси, потрібні для досягнення бажаних результатів;
- керує взаємодійними процесами та ресурсами, потрібними, щоб створити цінності та здобути результати для відповідних зацікавлених сторін;
- дає змогу найвищому керівництву оптимізувати використання ресурсів, ураховуючи короткострокові та довгострокові наслідки його рішень.
- забезпечує засоби ідентифікування дій щодо вирішування передбачених і непередбачених наслідків у постачанні продукції та наданні послуг.

Процес управління якістю представлений на рисунку 5.1

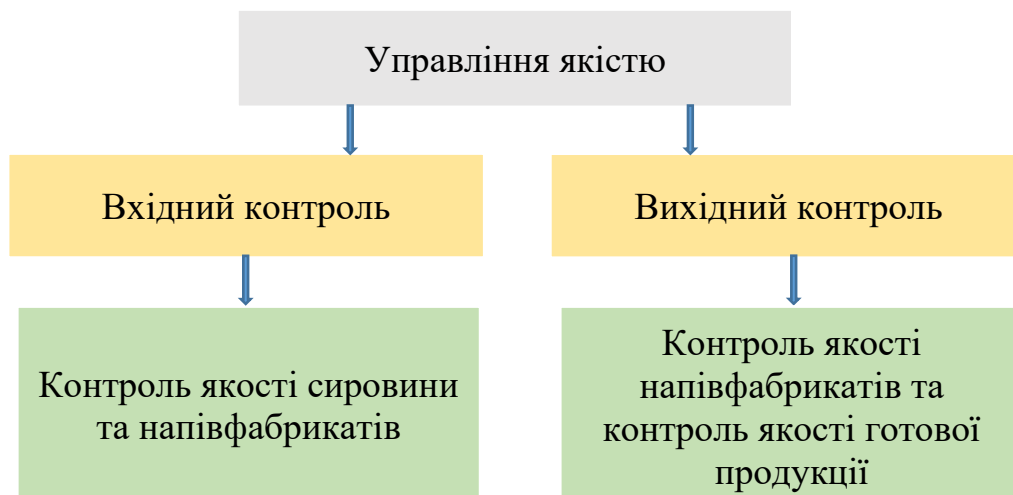


Рисунок 5.1 – Процес управління якістю

Контролювання якості – складова частина управління якістю зосереджена на виконванні вимог щодо якості [3].

Оцінювання якості – це сукупність операцій, яка складається із вибирання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими, еталонними.

Практична частина

1. Розробити заходи щодо контролю якості геодезичних робіт в будівництві (вид геодезичних робіт обрати самостійно).
2. Розробити заходи щодо контролю якості геодезичних робіт в землеустрої (вид геодезичних робіт обрати самостійно. Не повторювати роботи з п.1).
3. Розробити модель оцінювання якості виконаних геодезичних робіт.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Під час самостійної роботи необхідно розглянути наступні питання:

1. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:
 - характеристики та призначення точності;
 - контроль та оцінка точності;
 - методичні розрахунки та порядок визначення точності;
 - контроль точності.
2. Відповідно до ДБН В.1.3-2:
 - геодезичний контроль точності геометричних параметрів;
 - умови забезпечення точності геометричних вимірювань.
3. Науково-дослідна робота аспіранта. Експеримент. Планування та проведення експерименту.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. СТГП. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. – Електронні текстові дані. – Режим доступу : http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/dstu-n_b_v.1.3-1_2009.pdf, вільний (дата звернення: 18.10.2022). – Назва з екрана.

2. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. – Електронні текстові дані. – Режим доступу : <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/49.1.-DBN-V.1.3-22010.-STGP.-Geodezichni-roboti-u-budivn.pdf>, вільний (дата звернення: 21.10.2022). – Назва з екрана.

3. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT). – Електронні текстові дані. – Режим доступу : http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=64030, вільний (дата звернення: 20.10.2022). – Назва з екрана.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

**«МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ
ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ»**

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Укладач **АФАНАСЬЄВ** Олександр Валерійович

Відповідальний за випуск *С. Г. Нестеренко*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *О. В. Афанасьєв*

План 2022, поз. 443М

Підп. до друку 21.10.2022. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 1.0

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.