

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

"Метрологія, стандартизація, сертифікація, атестація та контроль якості в
дорожній галузі"

для студентів спеціальності 8.06010105 - "Автомобільні дороги та аеродроми"

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
"Метрологія, стандартизація, сертифікація, атестація та контроль якості в
дорожній галузі"
для студентів спеціальності
8.06010105 - "Автомобільні дороги та аеродроми"

Затверджено
методичною радою
університету
протокол № від 2016 р.

Укладач: Сєдов А. В.

Кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг

ВСТУП

Методичні вказівки розраховані на студентів будівельної спеціальності денної форми навчання, які вивчають дисципліну «Метрологія, стандартизація, сертифікація, атестація та контроль якості в дорожній галузі».

В них наведено приклади розв'язання задач з теоретичної метрології, стандартизації і сертифікації. До виконання роботи можна приступити за умови повного засвоєння відповідних розділів курсу. Вихідні дані варіантів завдань дані в таблицях або виходять при відповідних вимірах. Робота оформляється в зошиті або на окремих аркушах паперу.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

ВИБІР ЗАСОБІВ І ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИКОНАНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Мета – вивчення методики вибору засобів вимірювань і оцінки точності проведених вимірювань шляхом багаторазових спостережень за параметром при виконанні досліджень якості продукції

Кількість годин на виконання практичного заняття – 2 год.

Вибір методів і засобів вимірювань

Розрахунок похибки при виборі методів і засобів вимірювань виконують відповідно до вимог нормативу.

Методи та засоби вимірювань приймаємо відповідно до характеру об'єкта та вимірюваних параметрів із умови

$$\delta x_{\Sigma \text{мет}} \leq \delta x_{\text{мет}}, \quad (1.1)$$

де $\delta x_{\Sigma \text{мет}}$ - розрахункова сумарна похибка прийнятого методу і засобу вимірювання;

$\delta x_{\text{мет}}$ - гранична погрішність вимірювання.

Обчислюємо розрахункову похибку вимірювання за однією з формул:

$$\delta x_{\Sigma \text{мет}} = \sqrt{\sum_{p=1}^r K_p^2 \delta x_p^2 + \left(\sum_{q=1}^u K_q \theta x_q \right)^2}, \quad (1.2)$$

де δx_p - випадкові складові похибки;

θx_q - систематичні складові похибки;

σx_p - середні квадратичні випадкові складові похибки;

σx_q - середні квадратичні систематичні складові похибки;

$p = 1, 2, \dots, r$ - число випадкових складових похибки;

$q = 1, 2, \dots, u$ - число систематичних складових похибки;

K_p, K_q - коефіцієнти, що враховують характер залежності між

сумарною і кожною зі складових похибок вимірювання.

При розрахунку за вказаними формулами приймаємо, що складові похибки незалежні між собою або слабо корельовані.

Граничну похибку $\delta x_{\Sigma_{\text{мет}}}$ визначаємо з умови

$$\delta x_{\Sigma_{\text{мет}}} \leq K \cdot \Delta x, \quad (1.3)$$

де Δx - допуск вимірюваного геометричного параметру, встановлений нормативно-технічною документацією на об'єкт вимірювання;

K - коефіцієнт, що залежить від мети вимірювань і характеру об'єкта.

Для вимірювань, які виконуються в процесі і при контролі точності виготовлення та встановлення елементів, а також при контролі точності розбивочних робіт приймаємо $K=0,2$.

Для вимірювань, які виконуються в процесі виробництва розбивочних робіт, $K = 0,4$.

Дійсна похибка $\delta x_{\text{мет}}$ виконаних вимірювань не повинна перевищувати її граничного значення.

Для випадків, коли процес вимірювання складається з великої кількості окремих операцій, на основі принципу рівних впливів визначаємо середнє значення складових похибок $\delta x_{p,q}$ за формулою

$$\delta x_{p,q} = \frac{\delta x_{\text{мет}}}{\sqrt{r+u^2}}, \quad (1.4)$$

де r - число випадкових складових похибок,

u - число систематичних складових похибок.

Виділяємо ті складові похибки, які легко можуть бути зменшені, збільшуючи відповідно значення тих складових похибок, які важко забезпечити наявними методами і засобами.

Перевіряємо дотримання умови, і в разі недотримання цієї умови призначаємо більш точні засоби або приймаємо інший метод вимірювання.

Рішення

Вибрати засіб вимірювання для контролю довжини виробу.

Вихідні дані:

$$L = (3600 \pm 2,0) \text{ мм};$$

$$\Delta x = 4 \text{ мм};$$

$$\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6};$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Delta P = 10;$$

$$F = 2 \text{ мм}^2;$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н / мм}.$$

1. Визначаємо граничну похибку вимірювання $\delta x_{\text{мет}}$:

$$\delta x_{\text{мет}} = K \cdot \Delta x = 0,2 \cdot 4,0 = 0,8 \text{ мм}.$$

2. Для виконання вимірювань застосовуємо, наприклад, 10-метрову металеву рулетку 3-го класу точності.

3. В сумарну похибку вимірювання довжини виробу рулеткою входять складові погрішності:

Θx_1 - повірки рулетки;

Θx_2 - від похибки вимірювання температури навколишнього середовища;

Θx_3 - від коливання сили натягу рулетки;

Θx_4 - отримання результатів за шкалою рулетки на лівому і правому краях виробу.

Визначаємо значення цих похибок.

3.1. Похибка Θx_1 повірки рулетки приймаємо рівною 0,2 мм.

3.2. Похибку Θx_2 від зміни температури навколишнього середовища термометром з поділки ділення 1 $^\circ\text{C}$ (погрішність вимірювання дорівнює 0,5 $^\circ\text{C}$) становить

$$\theta x_2 = L \alpha \Delta t = 3600 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \approx 0,22 \text{ мм}.$$

3.3. Похибка Θx_3 від коливання сили натягування рулетки становить

$$\theta_{x_3} = \frac{L\Delta P}{FE} = \frac{3600 \cdot 10}{2 \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,09 \approx 0,1 \text{ мм.}$$

де $\Delta P = 10\text{Н}$ - похибка натягу рулетки вручну;

$F = 2 \text{ мм}^2$ - площа поперечного розрізу рулетки;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н / мм}$ - модуль пружності матеріалу рулетки.

3.4. Експериментально встановлено, що похибка отримання показників за шкалою рулетки не перевищує 0,3 мм, при цьому похибка Θ_{x_4} отримання показників на лівому і правому краях виробу складе

$$\theta_{x_4} = 0,3\sqrt{2} \approx 0,4 \text{ мм.}$$

4. Визначаємо розрахункову сумарну похибку вимірювання за формулою, враховуючи, що Θ_{x_1} - систематична похибка, а Θ_{x_2} , Θ_{x_3} і Θ_{x_4} - випадкові:

$$\delta x_{\Sigma \text{ мет}} = \sqrt{\theta_{x_2}^2 + \theta_{x_3}^2 + \theta_{x_4}^2 + \theta_{x_1}^2} = \sqrt{0,26} \approx 0,5 \text{ мм.}$$

5. Дані метод і засіб вимірювання можуть бути прийняті для виконання вимірювань, оскільки розрахункова сумарна похибка вимірювання $\delta x_{\Sigma \text{ мет}} = 0,5 \text{ мм}$ менше граничної $\delta x_{\text{мет}} = 0,8 \text{ мм}$, що відповідає вимогам.

Оцінка точності виконаних вимірювань

1. Оцінка точності вимірювань проводиться:

- до початку вимірювань шляхом обробки результатів спеціально виконаних спостережень;
- після закінчення вимірювань шляхом обробки результатів спостережень, виконаних в процесі цих вимірювань.

2. Для оцінки точності вимірювань використовуються багаторазові спостереження параметра в одному з встановлених перетинів (місць) або подвійні спостереження параметра в різних перетинах (місцях) одного або декількох об'єктів вимірювань.

Загальне число спостережень M , необхідне для оцінки точності результату вимірювань, становить:

- для попередньої оцінки - 20;
- для оцінки точності виконаних вимірювань - не менше 6.

Для зменшення впливу систематичних похибок на результат вимірювання, спостереження виконуються в прямому і зворотному напрямках, на різних ділянках шкали відлікового пристрою, змінюючи установку і налаштування приладу і дотримуючись інших прийомів, які вказані в інструкції з експлуатації на засоби вимірювання. При цьому повинні бути дотримані умови рівноточності спостережень (виконання спостережень одним спостерігачем, тим же методом, за допомогою одного і того ж приладу і в однакових умовах).

Перед початком спостережень засоби вимірювань слід витримати на місці вимірювань до вирівнювання температур цих засобів і навколишнього середовища.

3. Оцінка точності вимірювань проводиться шляхом визначення дійсної похибки вимірювання $\delta x_{\text{смет}}$ і порівняння її з граничною похибкою $\delta_{\text{хмет}}$.

У випадках, коли відносна похибка виміру нормована, визначається дійсна відносна похибка.

4. Дійсна похибка вимірювання при багаторазових спостереженнях визначається за формулою

$$\delta x_{\text{смет}} = t S_{\text{хмет}}, \quad (1.5)$$

де $S_{\text{хмет}}$ – середньоквадратичне відхилення вимірювання;
 t – коефіцієнт (приймають по табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Значення коефіцієнта t

Довірчі ймовірності	Значення t при M , рівному			
	20	10	8	6
0,95	2	2,3	2,4	2,6
0,99	2,5	3,2	3,5	4,0

Середнє квадратичне відхилення (СКВ) вимірювання при багатократних спостереженнях параметра визначається за формулою:

$$S_{x_{\text{мет}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (x_j - \bar{x})^2}{m(M-1)}}, \quad (1.6)$$

де X_j - результат спостереження;

X - результат вимірювання, отриманий за багаторазовим спостереженнями параметра (середнє арифметичне);

M - число рівноточних результатів спостережень, які виконуються для попередньої оцінки;

m - число спостережень параметра, виконуваних при контролі в даному перетині (місці).

Якщо при вимірах використовуються засоби і методи, для яких із спеціально виконаних раніше вимірів або з експлуатаційної документації встановлено середнє квадратичне відхилення спостереження $S_{\text{мет}}$, то дійсна похибка вимірювання визначається за формулою

$$\delta x_{S_{\text{мет}}} = t \frac{S_{\text{мет}}}{\sqrt{m}}.$$

5. Дійсна похибка результату вимірювання при подвійних спостереженнях параметра в одному з встановлених перетинів (місцях) оцінюється за формулою

$$\delta x_{S_{\text{мет}}} = |\theta x_{m_{\text{мет}}}| + t S_{x_{\text{мет}}},$$

де $\Theta x_{m_{\text{мет}}}$ - абсолютне значення залишкової систематичної похибки, чисельне значення якої визначено з обробки ряду подвійних спостережень.

Рішення

Вимірювання довжини кожного виробу в процесі контролю буде проводитися при числі спостережень $m = 2$.

Виконуємо багаторазові спостереження довжини одного виробу при числі спостережень $M = 10$. Для зменшення впливу систематичної похибки перші п'ять спостережень виконуємо в одному напрямку, кожен раз зі зсувом шкали рулетки на 70-90 мм, а другі п'ять

спостережень – в іншому напрямку з тим же зсувом шкали.

Результати спостережень і послідовність їх обробки наведено в табл. 2.2 (наведені результати 10 спостережень, тобто $M = 10$).

Таблиця 1.2

Обробка вихідних даних

Номери спостережень	Відлік по довжиноміру		Розміри, отримані в результаті спостережень	$x_j - x_0$	$(x_j - x_0)^2$	$\bar{X} - X_j$	$(\bar{X} - X_j)^2$
	Ліва грань	Права грань					
У прямому напрямку							
1	0	3205	3205	5	25	0	0
2	7	3216	3209	9	81	-4	16
3	14	3219	3205	5	25	0	0
4	21	3221	3200	0	0	5	25
5	29	3232	3203	3	9	2	4
У зворотному напрямку							
6	36	3244	3208	8	64	-3	9
7	43	3245	3202	2	4	3	9
8	50	3257	3207	7	49	-2	4
9	57	3265	3208	8	64	-3	9
10	64	3269	3205	5	25	0	0
				$\Sigma 52$	$\Sigma 346$	$\Sigma -2$	$\Sigma 76$

1. Визначаємо середнє арифметичне результатів вимірів:

$$\bar{x} = x_0 + \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0)}{n} = 3200 + \frac{52}{10} = 3205,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\bar{x} = 3205,0$ мм з помилкою округлення $a = -0,2$ мм; x_0 – найменший результат з усіх спостережень, $x_0 = 3200$ мм.

2. Контроль правильності обчислень:

$$\sum_{j=1}^M (\bar{x} - x_j) = a \cdot M = -2 \cdot 10 = -2 \text{ мм;}$$

$$\sum_{j=1}^M (\bar{x} - x_j)^2 = \sum_{j=1}^M (x_j - x_0)^2 - \frac{[\sum_{j=1}^M (x_j - x_0)]^2}{M} = 346 - \frac{52^2}{10} = 75,6 \text{ мм;}$$

3. Середнє квадратичне відхилення результату вимірювань знаходимо за формулою

$$S_{x_{\text{мет}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (x_j - \bar{x})^2}{m(M-1)}} = \sqrt{\frac{76}{2(10-1)}} = 2,0 \text{ мм.}$$

4. Дійсна похибка вимірювання складатиме

$$\delta x_{\text{смет}} = t S_{x_{\text{мет}}} = 2,5 \cdot 2,0 = 5,0 \text{ мм.}$$

5. Граничну похибку вимірювання знаходимо за формулою

$$\delta x_{\text{мет}} = K \cdot \Delta x.$$

При допуску на довжину 16,5 мм по 16 квалітету

$$\delta x_{\text{мет}} = 0,2 \cdot 16,5 = 3,3 \text{ мм.}$$

6. Перевіряємо дотримання умови $\delta x_{\text{смет}} < \delta x_{\text{мет}}$, яке не виконується, так як $5,0 > 3,3$ мм.

Дійсна похибка вимірювання не відповідає потрібній, повинні бути прийняті інші засоби вимірювань або збільшена кількість спостережень m . Приймаються $m = 5$, тоді

$$S_{x_{\text{мет}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (x_j - \bar{x})^2}{m(M-1)}} = \sqrt{\frac{76}{5(10-1)}} = 1,29 \text{ мм,}$$

$$\delta x_{\text{смет}} = t S_{x_{\text{мет}}} = 2,5 \cdot 1,29 = 3,2 \text{ мм.}$$

У цьому випадку умова виконується, так як $3,2 \text{ мм} < 3,3 \text{ мм}$.

Завдання

За вищеприписаного алгоритму зробити вибір засобу вимірювання з урахуванням похибки, використовуючи дані в табл. 1.3-1.4.

Таблиця 1.3

Вихідні дані

Варіант	L , мм	Δx , мм	α	Δt , °C	ΔP , Н	F , мм ²	E , Н/мм
1	3150±2,0	4	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,2	7	2	$2 \cdot 10^5$
2	6000±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,5	12	1,6	$2 \cdot 10^5$
3	4000±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,0	10	3	$2 \cdot 10^5$
4	2800±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	9	2,5	$2 \cdot 10^5$
5	4500±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	11	1	$2 \cdot 10^5$
6	6700±5,0	10	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	8	2	$2 \cdot 10^5$
7	3150±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,4	12	1,6	$2 \cdot 10^5$
8	6000±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,5	10	3	$2 \cdot 10^5$
9	4000±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	9	2	$2 \cdot 10^5$
10	2800±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	11	1,6	$2 \cdot 10^5$
11	4500±2,0	4	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	7	3	$2 \cdot 10^5$
12	3150±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,4	12	2,5	$2 \cdot 10^5$
13	6700±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,5	8	1	$2 \cdot 10^5$
14	3150±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,2	12	2	$2 \cdot 10^5$
15	4000±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,5	10	1,6	$2 \cdot 10^5$
16	2800±5,0	10	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,0	9	3	$2 \cdot 10^5$
17	6700±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	11	2	$2 \cdot 10^5$
18	4500±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	7	1,6	$2 \cdot 10^5$
19	4000±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	12	3	$2 \cdot 10^5$
20	6000±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,4	7	2,5	$2 \cdot 10^5$
21	6700±2,0	4	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,5	12	1	$2 \cdot 10^5$
22	4000±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	10	2	$2 \cdot 10^5$
23	4000±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	10	2	$2 \cdot 10^5$
24	3150±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	9	1,6	$2 \cdot 10^5$
25	6700±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	11	3	$2 \cdot 10^5$
26	4000±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,4	8	2	$2 \cdot 10^5$
27	6000±5,0	10	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,5	12	1,6	$2 \cdot 10^5$
28	2800±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	10	3	$2 \cdot 10^5$
29	4500±6,0	12	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	9	2,5	$2 \cdot 10^5$
30	6700±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,4	11	1	$2 \cdot 10^5$
31	6700±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	1,5	12	2	$2 \cdot 10^5$
32	2800±2,0	4	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	7	1,6	$2 \cdot 10^5$
33	4000±4,0	8	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,3	12	3	$2 \cdot 10^5$
34	6000±1,0	2	$12,5 \cdot 10^{-6}$	2,0	10	3	$2 \cdot 10^5$
35	4500±3,0	6	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,7	9	2,5	$2 \cdot 10^5$

Таблиця 1.4

Вихідні дані

Варіант	Відлік по довгоміру	У прямому напрямку										У зворотному напрямку									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Ліва грань	5	0	3	8	10	11	12	4	9	28	7	24	12	14	23	43	54	21	34	27
2	Права грань	3150	3150	3155	3162	3163	3166	3168	3151	3155	3173	3160	3170	3167	3165	3177	3190	3210	3168	3189	3185
	Ліва грань	2	11	5	3	7	0	9	17	31	12	29	32	19	35	20	21	10	56	36	23
3	Права грань	6002	6013	6000	6006	6012	6000	6017	6010	6032	6017	6025	6033	6015	6039	6017	6024	6014	6050	6042	6026
	Ліва грань	3	12	6	4	6	11	13	24	0	19	32	57	64	43	28	30	14	33	42	58
4	Права грань	3999	4015	4001	4009	4002	4015	4009	4029	4000	4024	4027	4064	4059	4040	4030	4035	4010	4037	4045	4066
	Ліва грань	4	13	3	5	11	15	21	27	32	14	25	28	64	55	30	19	65	34	0	58
5	Права грань	2800	2809	2808	2810	2806	2817	2824	2832	2840	2805	2826	2831	2859	2863	2832	2815	2860	2831	2800	2854
	Ліва грань	6	8	29	7	27	0	16	30	22	7	4	24	9	56	37	42	11	54	25	27
6	Права грань	4500	4513	4525	4511	4533	4500	4518	4537	4514	4507	4505	4528	4514	4549	4540	4550	4501	4558	4527	4530
	Ліва грань	3	12	4	3	9	0	10	15	29	13	27	31	22	37	19	44	8	56	66	25
6	Права грань	6703	6715	6709	6712	6712	6700	6715	6719	6733	6708	6730	6732	6724	6741	6720	6749	6706	6752	6769	6721

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7	Ліва грань	7	2	5	10	12	13	14	6	11	30	9	26	14	16	25	45	56	23	36	29
	Права грань	3147	3147	3152	3159	3160	3163	3165	3148	3152	3170	3157	3167	3164	3162	3174	3187	3207	3165	3186	3182
8	Ліва грань	5	14	8	6	10	3	12	20	34	15	32	35	22	38	23	24	13	59	39	26
	Права грань	6001	6012	5999	6005	6011	5999	6016	6009	6031	6016	6024	6032	6014	6038	6016	6023	6013	6049	6041	6025
9	Ліва грань	5	14	8	6	8	13	15	26	2	21	34	59	66	45	30	32	16	35	44	60
	Права грань	4003	4019	4005	4013	4006	4019	4013	4033	4004	4028	4031	4068	4063	4044	4034	4039	4014	4041	4049	4070
10	Ліва грань	6	15	5	7	13	17	23	29	34	16	27	30	66	57	32	21	67	36	2	60
	Права грань	2803	2812	2811	2813	2809	2820	2827	2835	2843	2808	2829	2834	2862	2866	2835	2818	2863	2834	2803	2857
11	Ліва грань	7	9	30	8	28	1	17	31	23	8	5	25	10	57	38	43	12	55	26	28
	Права грань	4499	4512	4524	4510	4532	4499	4517	4536	4513	4506	4504	4527	4513	4548	4539	4549	4500	4557	4526	4529
12	Ліва грань	4	0	2	7	9	10	11	3	8	27	6	23	11	13	22	42	53	20	33	26
	Права грань	3153	3153	3158	3165	3166	3169	3171	3154	3158	3176	3163	3173	3170	3168	3180	3193	3213	3171	3192	3188
13	Ліва грань	6	15	7	6	12	3	13	18	32	16	30	34	25	40	22	47	11	59	69	28
	Права грань	6707	6719	6713	6716	6716	6704	6719	6723	6737	6712	6734	6736	6728	6745	6724	6753	6710	6756	6773	6725

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
14	Ліва грань	6	1	4	9	11	12	13	5	10	29	8	25	13	15	24	44	55	22	35	28
	Права грань	3156	3156	3161	3168	3169	3172	3174	3157	3161	3179	3166	3176	3173	3171	3183	3196	3216	3174	3195	3191
15	Ліва грань	7	16	10	8	10	15	17	28	4	23	36	61	68	47	32	34	18	37	46	62
	Права грань	4001	4017	4003	4011	4004	4017	4011	4031	4002	4026	4029	4066	4061	4042	4032	4037	4012	4039	4047	4068
16	Ліва грань	8	17	7	9	15	19	25	31	36	18	29	32	68	59	34	23	69	38	4	62
	Права грань	2799	2808	2807	2809	2805	2816	2823	2831	2839	2804	2825	2830	2858	2862	2831	2814	2859	2830	2799	2853
17	Ліва грань	8	17	9	8	14	5	15	20	34	18	32	36	27	42	24	49	13	61	71	30
	Права грань	6705	6717	6711	6714	6714	6702	6717	6721	6735	6710	6732	6734	6726	6743	6722	6751	6708	6754	6771	6723
18	Ліва грань	5	7	28	6	26	-1	15	29	21	6	3	23	8	55	36	41	10	53	24	26
	Права грань	4501	4512	4524	4510	4532	4499	4517	4536	4513	4506	4504	4527	4513	4548	4539	4549	4500	4557	4526	4529
19	Ліва грань	1	10	4	2	4	9	11	22	0	17	30	55	62	41	26	28	12	31	40	56
	Права грань	4003	4019	4005	4013	4006	4019	4013	4033	4000	4028	4031	4068	4063	4044	4034	4039	4014	4041	4049	4070
20	Ліва грань	1	10	4	2	6	0	8	16	30	11	28	31	18	34	19	20	9	55	35	22
	Права грань	6004	6015	6002	6008	6014	6000	6019	6012	6034	6019	6027	6035	6017	6041	6019	6026	6016	6052	6044	6028

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
21	Ліва грань	10	19	11	10	16	7	17	22	36	20	34	38	29	44	26	51	15	63	73	32
	Права грань	6707	6719	6713	6716	6716	6704	6719	6723	6737	6712	6734	6736	6728	6745	6724	6753	6710	6756	6773	6725
22	Ліва грань	8	17	11	9	11	16	18	29	5	24	37	62	69	48	33	35	19	38	47	63
	Права грань	3997	4013	3999	4007	4000	4013	4007	4027	3998	4022	4025	4062	4057	4038	4028	4033	4008	4035	4043	4064
23	Ліва грань	9	18	12	10	12	17	19	30	6	25	38	63	70	49	34	36	20	39	48	64
	Права грань	3996	4012	3998	4006	3999	4012	4006	4026	3997	4021	4024	4061	4056	4037	4027	4032	4007	4034	4042	4063
24	Ліва грань	9	4	7	12	14	15	16	8	13	32	11	28	16	18	27	47	58	25	38	31
	Права грань	3157	3157	3162	3169	3170	3173	3175	3158	3162	3180	3167	3177	3174	3172	3184	3197	3217	3175	3196	3192
25	Ліва грань	9	18	10	9	15	6	16	21	35	19	33	37	28	43	25	50	14	62	72	31
	Права грань	6702	6714	6708	6711	6711	6699	6714	6718	6732	6707	6729	6731	6723	6740	6719	6748	6705	6751	6768	6720
26	Ліва грань	0	14	8	6	10	3	12	20	34	15	32	35	22	38	23	24	13	59	39	26
	Права грань	6000	6018	6005	6011	6017	6005	6022	6015	6037	6022	6030	6038	6020	6044	6022	6029	6019	6055	6047	6031
27	Ліва грань	10	19	13	11	13	18	20	31	7	26	39	64	71	50	35	37	21	40	49	65
	Права грань	4003	4019	4005	4013	4006	4019	4013	4033	4004	4028	4031	4068	4063	4044	4034	4039	4014	4041	4049	4070

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
28	Ліва грань	2	11	1	3	9	13	19	25	30	12	23	26	62	53	28	17	63	32	-2	56
	Права грань	2804	2813	2812	2814	2810	2821	2828	2836	2844	2809	2830	2835	2863	2867	2836	2819	2864	2835	2804	2858
29	Ліва грань	8	10	31	9	29	2	18	32	24	9	6	26	11	58	39	44	13	56	27	29
	Права грань	4504	4517	4529	4515	4537	4504	4522	4541	4518	4511	4509	4532	4518	4553	4544	4554	4505	4562	4531	4534
30	Ліва грань	11	20	12	11	17	8	18	23	37	21	35	39	30	45	27	52	16	64	74	33
	Права грань	6710	6722	6716	6719	6719	6707	6722	6726	6740	6715	6737	6739	6731	6748	6727	6756	6713	6759	6776	6728
31	Ліва грань	2	11	3	2	8	0	9	14	28	12	26	30	21	36	18	43	7	55	65	24
	Права грань	6709	6721	6715	6718	6718	6706	6721	6725	6739	6714	6736	6738	6730	6747	6726	6755	6712	6758	6775	6727
32	Ліва грань	10	19	9	11	17	21	27	33	38	20	31	34	70	61	36	25	71	40	6	64
	Права грань	2806	2815	2814	2816	2812	2823	2830	2838	2846	2811	2832	2837	2865	2869	2838	2821	2866	2837	2806	2860
33	Ліва грань	8	17	11	9	11	16	18	29	5	24	37	62	69	48	33	35	19	38	47	63
	Права грань	4004	4020	4006	4014	4007	4020	4014	4034	4005	4029	4032	4069	4064	4045	4035	4040	4015	4042	4050	4071
34	Ліва грань	7	16	10	8	12	5	14	22	36	17	34	37	24	40	25	26	15	61	41	28
	Права грань	5999	6010	5997	6003	6009	5997	6014	6007	6029	6014	6022	6030	6012	6036	6014	6021	6011	6047	6039	6023

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
35	Ліва грань	9	11	32	10	30	3	19	33	25	10	7	27	12	59	40	45	14	57	28	30
	Права грань	4499	4512	4524	4510	4532	4499	4517	4536	4513	4506	4504	4527	4513	4548	4539	4549	4500	4557	4526	4529

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

ГРУБИ І СИСТЕМАТИЧНІ ПОХИБКИ І МЕТОДИ ЇХ ВИКЛЮЧЕННЯ

Мета – вивчення методики оцінки грубих і систематичних похибок та методів їх виключення при багаторазових спостереженнях параметра

Кількість годин на виконання практичного заняття – 2 год.

Зміст і послідовність виконання

Методи виключення грубих похибок

Груба похибка, або промах - це похибка результату окремого вимірювання, що входить в ряд вимірювань, яка для даних умов різко відрізняється від інших результатів цього ряду. Для виявлення промахів використовують статистичні критерії, такі як критерій Романовського, критерій Шарльє, критерій Діксона.

1 Критерій Романовського

Критерій Романовського застосовується, якщо число вимірювань $n < 20$. При цьому обчислюється відношення

$$\beta = \frac{|(x_i - \bar{x})|}{S_x}, \quad (2.1)$$

де x_i - значення, що перевіряється;

\bar{x} - середнє арифметичне значення вимірюваної величин u ;

S_x - середнє квадратичне відхилення.

Далі розрахункове значення β порівнюється з критерієм β_T , яке визначають за табл. 3.1. Якщо $\beta > \beta_T$, то результат x вважається промахом і відкидається.

Таблиця 2.1

Значення критерію Романовського $\beta_T = f(n)$

q	$n=4$	$n=6$	$n=8$	$n=10$	$n=12$	$n=15$	$n=20$
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Приклад рішення

При шестикратному вимірюванні відстаней між орієнтирами осей будівлі отримані наступні результати: 25,155 м; 25,150 м; 25,165 м; 25,165 м; 25,160 м; 25,180 м. Останній результат викликає сумніви. Виконуємо перевірку результату за критерієм Романовського, чи не є він промахом. Розраховуємо середнє арифметичне значення

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{150,975}{6} = 25,163 \text{ м.}$$

Визначаємо середнє квадратичне відхилення. Для зручності обчислень складаємо табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Обробка результатів вимірювань

№ п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	25,155	-0,008	0,000064
2	25,15	-0,013	0,000169
3	25,165	0,002	0,000004
4	25,165	0,002	0,000004
5	25,16	-0,003	0,000009
6	25,18	0,017	0,000289
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 25,163 \text{ м}$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0,000539$

Визначаємо значення середнє квадратичного відхилення:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0,0107 \text{ м.}$$

Визначаємо β для сумнівного результату

$$\beta = \frac{|(x_i - \bar{x})|}{S_x} = \frac{0,017}{0,0107} = 1,58.$$

Критичне значення β_T при рівні значущості 0,05 і $n = 6$ становить 2,1. Оскільки $1,58 < 2,1$, результат не є промахом і не виключається з результатів вимірювань.

2. Критерій Шарльє

Критерій Шарльє використовується, привеликій кількості вимірювань ($n > 20$). Користуючись даним критерієм, відкидається результат, для значення якого виконується нерівність

$$|x_i - \bar{x}| > K_{ш} \cdot S_x. \quad (2.2)$$

Приклад рішення

При вимірюванні відстаней між колонами були отримані наступні результати (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Обробка вихідних даних

№ п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	23,67	0	0
2	23,68	0,01	0,0001
3	23,66	-0,01	0,0001
4	23,67	0	0
5	23,67	0	0
6	23,68	0,01	0,0001
7	23,67	0	0
8	23,68	0,01	0,0001
9	23,67	0	0
10	23,68	0,01	0,0001
11	23,66	-0,01	0,0001
12	23,67	0	0
13	23,67	0	0
14	23,68	0,01	0,0001
15	23,68	0,01	0,0001
16	23,68	0,01	0,0001
17	23,67	0	0
18	23,68	0,01	0,0001
19	23,68	0,01	0,0001
20	23,67	0	0
21	23,68	0,01	0,0001
22	23,67	0	0

Продовження таблиці 2.3

№ п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
23	23,67	0	0
24	23,67	0	0
25	23,68	0,01	0,0001
26	23,66	-0,01	0,0001
27	23,68	0,01	0,0001
28	23,67	0	0
29	23,67	0	0
30	23,68	0,01	0,0001
	$\bar{x} = 23,67$		$\Sigma = 0,0016$

Обробка результатів вимірювань

Визначаємо середнє квадратичне відхилення:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{0,0016}{29}} = 0,0074 \text{ м.}$$

Перевіряємо сумнівний результат вимірювання - 23,66. Для цього значення не виконується нерівність

$$|x_i - \bar{x}| > K_{ш} \cdot S_x.$$

$$|23,66 - 23,67| < 2,13 \cdot 0,0074.$$

де $K_{ш} = 2,13$ (табл. 3.4).

Таким чином, значення 23,66 не є промахом і не відкидається.

Таблиця 2.4

Значення критерію Шарльє

n	5	10	20	30	40	50	100
$K_{ш}$	1,3	1,65	1,96	2,13	2,24	2,32	2,58

Критерій Діксона

При використанні даного критерію отримані результати вимірювань записуються в варіаційний зростаючий ряд $x_1 < x_2 < \dots < x_n$. Розрахункове значення критерію визначається як

$$K_D = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1}. \quad (2.3)$$

У випадку, якщо розрахункове значення критерію буде більше критичного значення Z_q , то значення, яке перевіряється, вважається промахом і відкидається. Критичні значення критерію наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Значення критерію Діксона

n	Z_q при q , рівному			
	0,1	0,05	0,02	0,01
4	0,68	0,76	0,85	0,89
6	0,48	0,56	0,64	0,7
8	0,4	0,47	0,54	0,59
10	0,35	0,41	0,48	0,53
14	0,29	0,35	0,41	0,45
16	0,28	0,33	0,39	0,43
18	0,26	0,31	0,37	0,41
20	0,26	0,3	0,36	0,39
30	0,22	0,26	0,31	0,34

Приклад рішення

Було виконано шість вимірювань відстаней між палями. Отримано такі результати: 25,1 м; 25,2 м; 24,9 м; 25,6 м; 25,1 м; 25,2 м. Результат 25,6 м істотно відрізняється від інших. Зробимо перевірку, чи не є він промахом. Складаємо варіаційний зростаючий ряд з результатів вимірювань: 24,9 м; 25,1 м; 25,1 м; 25,2 м; 25,2 м; 25,6 м. Для крайнього члена цього ряду 25,6 м визначаємо розрахунковий критерій Діксона. Як впливає з табл. 3.5, за цим критерієм результат 25,6 м може бути відкинута як промах при рівні значимості $q = 0,05$.

Завдання

Визначити наявність грубих похибок в результатах вимірювань, використовуючи дані табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Вихідні дані

Номер варіанту	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆
1	484	485	484	485	483	492	485	484	485	482	481	484	494	485	484	483
2	15,1	15,2	15,5	15,4	15,5	15,6	15,3	15,4	15,4	15,5	15,3	15,5	15,4	15,6	16,2	15,4
3	5,8	6,1	5,7	5,6	5,4	5,6	5,5	5,4	5,6	5,5	5,3	5,1	5,6	5,4	5,5	5,4
4	1,6	1,5	1,7	1,5	1,4	1,6	1,5	1,8	2,2	1,5	1,6	1,7	1,4	1,5	1,4	1,5
5	6,6	6,5	6,5	6,8	6,9	6,4	6,5	6,6	6,5	6,7	6,5	7,3	6,4	6,5	6,5	6,6
6	10,3	10,1	10,2	10,1	10,3	10,2	10,9	11,2	10,4	10,3	10,4	10,1	10,2	10,1	10,3	10,2
7	15,5	15,3	15,3	15,4	15,3	15,2	15,6	15,4	15,3	15,2	15,8	15,4	16,2	15,5	15,3	15,4
8	11,8	11,7	11,8	11,9	11,6	11,5	11,8	11,7	11,8	11,6	11,9	11,7	11,5	10,6	11,6	11,9
9	5,6	5,5	5,8	5,3	5,5	5,6	5,4	5,9	5,5	5,6	5,7	5,1	5,5	5,7	6,3	5,4
10	4,8	4,6	4,7	4,8	4,6	4,8	4,9	4,6	4,8	4,7	4,8	4,6	4,8	3,9	4,7	4,5
11	2,5	2,7	2,8	2,5	2,3	2,2	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,2	2,6	2,1	2,5
12	4,5	4,3	4,1	4,8	4,6	4,5	4,4	4,6	4,3	4,5	4,3	4,4	4,5	4,7	5,2	4,2
13	12,6	12,8	12,4	12,5	12,5	12,2	12,4	12,6	12,2	12,4	11,5	12,3	12,5	12,7	12,4	12,3
14	9,3	9,4	5,1	9,2	9,5	9,2	9,4	9,3	9,4	9,5	10,6	9,4	9,2	9,5	9,3	9,2
15	5,8	5,9	6,2	5,8	5,6	5,8	5,7	6,1	5,9	5,8	6,9	5,8	5,7	5,8	5,7	5,9
16	4,3	4,4	4,6	4,2	4,3	4,6	4,5	4,3	4,6	4,9	4,3	4,6	4,5	4,7	3,8	4,5
17	3,1	3,4	3,2	3,5	3,1	3,6	3,2	3,3	3,4	3,3	3,2	3,4	3,3	3,5	3,3	3,4
18	10,6	10,2	10,5	10,3	10,4	10,3	10,5	10,3	10,6	10,1	10,5	10,4	10,3	10,5	11,4	10,4
19	4,3	4,4	4,5	4,6	4,2	4,1	4,3	4,5	4,4	4,3	4,6	4,8	4,2	4,7	4,6	5,3
20	6,3	6,8	6,5	6,4	6,7	6,6	6,5	6,4	6,2	6,1	6,4	6,7	6,5	6,4	6,7	7,4
21	2,1	2,2	2,1	2,3	2,1	2,4	2,3	2,6	2,1	2,3	2,4	2,6	2,3	2,7	3,5	2,4

Продовження таблиці 2.6

Номер варіанту	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆
22	7,4	7,3	7,2	7,6	7,4	7,5	7,4	7,6	7,9	7,4	7,2	7,1	7,4	7,5	7,6	8,7
23	4,5	4,3	4,4	4,6	4,7	4,9	4,5	4,3	4,5	4,5	4,6	4,3	5,6	4,6	4,4	4,5
24	11,1	11,3	11,3	11,2	11,5	11,3	11,1	11,3	11,5	11,2	11,6	12,3	11,2	11,1	11,4	11,1
25	10,6	10,7	10,4	10,9	11,8	10,6	10,5	10,6	10,4	10,6	10,4	10,5	10,7	10,4	10,6	10,5
26	54	55	54	55	53	62	55	54	55	52	51	54	54	55	54	53
27	5,1	5,2	5,5	5,4	5,5	5,6	5,3	5,4	5,4	5,5	5,1	5,5	5,4	5,6	5,2	5,4
28	45,8	46,1	45,7	45,6	45,4	45,6	45,5	45,4	45,6	45,5	45,3	45,1	45,6	45,4	45,5	45,4
29	51,6	51,5	51,7	51,5	51,4	51,6	51,5	51,8	52,2	51,5	51,6	51,7	51,4	51,5	51,4	51,5
30	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,9	1,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2
31	55,5	55,3	55,3	55,4	55,3	55,2	55,6	55,4	55,3	55,2	55,8	55,4	56,2	55,5	55,3	55,4
32	1,8	1,7	1,8	1,9	1,6	1,5	1,8	1,7	1,8	1,6	1,9	1,7	1,5	0,6	1,6	1,9
33	25,6	25,5	25,8	25,3	25,5	25,6	25,4	25,9	25,5	25,6	25,7	25,4	25,5	25,7	26,3	25,1
34	54,8	54,6	54,7	54,8	54,6	54,8	54,9	54,6	54,8	54,7	54,8	54,6	54,8	53,9	54,7	54,5

Визначення систематичної похибки

1. Виключення відомих систематичних похибок з результатів спостережень або вимірювань виконуємо введенням поправок до цих результатів.

Поправки за абсолютним значенням дорівнюють цим погрішностям і протилежні по знаку.

2. Введенням поправок виключаємо:

- похибку, що виникає через відхилення дійсної температури навколишнього середовища при вимірюванні від нормальної;

- похибку, що виникає через відхилення атмосферного тиску при вимірюванні від нормального;

- похибку, що виникає через відхилення відносної вологості навколишнього повітря при вимірюванні від нормальної;

- похибку, що виникає через відхилення відносної швидкості руху зовнішнього середовища при вимірюванні від нормальної;

- похибку, що виникає внаслідок викривлення світлового променя (рефракції);

- похибку шкали засобу вимірювання;

- похибку, що виникає внаслідок розбіжності напрямків лінії вимірювання та вимірюваного розміру.

3. Поправки за вказаними погрішностями обчислюємо відповідно до вказівок табл. 2.7.

Позначення, прийняті в таблиці:

L - безпосередньо вимірюваний розмір, мм;

$l_{\text{ном}}$ - номінальна довжина вимірювального приладу, мм;

l_i - дійсна довжина вимірювального приладу, мм;

$$\Delta l = l_i - l_{\text{ном}}; \quad (2.4)$$

$\alpha_1 \alpha_2$ - коефіцієнти лінійного розширення засобу вимірювання та об'єкта, 10^{-6} град¹;

t_1, t_2 - температура засобу вимірювання і об'єкта, °С;

h - величина відхилення напрямку вимірювання від напрямку через вимірюваного розміру, мм;

Q - граничне значення допустимої сили вітру, Н;

P - сила натягнення вимірювального приладу (рулетки, дроту), Н.

Поправки для виключення систематичних похибок

Найменування поправок	Вказівки по визначенню поправок
1. Поправка на температуру навколишнього середовища	$\theta x_{\text{кор},t} = -L[\alpha_1(t_1 - 20^\circ\text{C}) - \alpha_2(t_2 - 20^\circ\text{C})]$
2. Поправка на атмосферний тиск	Визначається при застосуванні електронно-оптичних засобів вимірювань відповідно до експлуатаційної документації
3. Поправка на відносну вологість навколишнього повітря	$\theta x_{\text{кор},w}$ визначається: а) при застосуванні електронно-оптичних засобів вимірювань відповідно до експлуатаційної документації; б) при вимірюванні об'єктів, що змінюють розміри в залежності від вологості повітря відповідно з властивостями матеріалу
4. Поправка на відносну швидкість зовнішнього середовища	$\theta x_{\text{кор},c} = \frac{Q^2 l_{\text{ном}}}{24P^2}$
5. Поправка на довжину шкали засобу вимірювання.	$\theta x_{\text{кор},l} = \frac{L}{l_{\text{ном}}} \Delta l$
6. Поправка на розбіжність напрямків лінії вимірювання та вимірюваного розміру	$\theta x_{\text{кор},h} = \frac{h^2}{2L}$
7. Поправка на рефракцію	$\theta x_{\text{кор},r}$ визначається при застосуванні оптичних або електронно-оптичних приладів в залежності від умов вимірювання за спеціальною методикою

4. Поправки можуть не вноситися, якщо дійсна похибка вимірювання не перевищує граничної.

Приклад

Визначити систематичні похибки і записати результат з урахуванням різних параметрів.

Отриманий результат вимірювання довжини сталевий ферми $x_i = 24003$ мм. Вимірювання виконувалося триметровою рулеткою з нержавіючої сталі при $t = -20$ °С. При цьому:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 20,5 \cdot 10^{-6}, \alpha_2 = 12,5 \cdot 10^{-6}, \\ t_1 &= t_2 = -20 \text{ }^\circ\text{C}, l_{\text{ном}} = 3000 \text{ мм}, \\ l_i &= 3002 \text{ мм}, h = 35 \text{ мм}, \\ P &= 9 \text{ Н}, Q = 1,2 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Рішення

1. Поправка на температуру навколишнього середовища

$$\begin{aligned}\theta x_{\text{кор},t} &= -L[\alpha_1(t_1 - 20^\circ\text{C}) - \alpha_2(t_2 - 20^\circ\text{C})] = \\ &= -24003[20,5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20) - 12,5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20)] = \\ &\approx 7,7 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Дійсну довжину x_i ферми з урахуванням поправки на температуру навколишнього середовища приймаємо рівною

$$x_i + \theta x_{\text{кор},t} = 24003 + 7,7 = 24010,7 \text{ мм.}$$

2. Поправка на відносну швидкість зовнішнього середовища

$$\theta x_{\text{кор},c} = \frac{Q^2 l_{\text{ном}}}{24P^2} = \frac{1,2^2 \cdot 3000}{24 \cdot 9^2} = 2,22 \text{ мм.}$$

Дійсну довжину x_i ферми з урахуванням поправки на відносну швидкість зовнішнього середовища приймаємо рівною

$$x_i + \theta x_{\text{кор},c} = 24003 + 2,22 = 24005,22 \text{ мм.}$$

3. Поправка на довжину шкали засобу вимірювання

$$\begin{aligned}\theta x_{\text{кор},l} &= \frac{L}{l_{\text{ном}}} \Delta l. \\ \Delta l &= l_i - l_{\text{ном}} = 3002 - 3000 = 2 \text{ мм.}\end{aligned}$$

$$\theta x_{\text{кор},l} = \frac{24003}{3000} \cdot 2 = 16,002 \text{ мм.}$$

Дійсну довжину x_i ферми з урахуванням поправки на довжину шкали засобу вимірювання приймаємо рівною

$$x_i + \theta x_{\text{кор},l} = 24003 + 16,002 = 24019,002 \text{ мм.}$$

4. Поправка на розбіжність напрямків лінії вимірювання та вимірюваного розміру

$$\theta x_{\text{кор},h} = \frac{h^2}{2L} = \frac{35^2}{2 \cdot 24003} = 0,025 \text{ мм.}$$

Дійсну довжину x_i ферми з урахуванням поправки неспівпадання напрямків лінії вимірювання та вимірюваного розміру приймаємо рівною

$$x_i + \theta x_{\text{кор},h} = 24003 + 0,025 = 24003,025 \text{ мм.}$$

Дійсну довжину x_i ферми з урахуванням всіх поправок приймаємо рівною

$$x_i + \theta x_{\text{кор},t} + \theta x_{\text{кор},c} + \theta x_{\text{кор},l} + \theta x_{\text{кор},h} = 24003 + 7,7 + 2,22 + 16,002 + 0,025 = 24028,9 \text{ мм.}$$

Завдання

Визначити систематичні похибки і записати результат з урахуванням різних параметрів. Дані результатів вимірювань приведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Вихідні дані

Варіант	L , мм	$l_{\text{ном}}$, мм	l_i , мм	t , °C	$t_1 = t_2$, °C	h , мм	P , Н	Q , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	17983	3000	3001	-15	-15	27	8	0,7
2	13005	3000	3002	13	13	32	12	0,3
3	24153	3000	3001	24	24	15	10	1,5
4	59670	10 000	10001	-19	-19	39	9	0,9
5	40309	5000	5002	7	7	21	11	0,2
6	28012	3000	3001	9	9	24	7	1,2
7	45180	5000	5001	4	4	40	12	0,4
8	67000	10 000	10002	-8	-8	11	7	1,4
9	31500	5000	5002	-12	-12	18	12	1,3
10	18021	3000	3000	-3	-3	35	10	0,6
11	12908	10000	10002	-4	-4	28	9	1,1
12	23061	5000	5001	11	11	12	11	0,8
13	60054	3000	3001	8	8	31	10	0,3
14	40720	5000	4999	-7	-7	19	9	1,5

15	28030	10000	10001	24	24	26	11	0,9
16	45002	3000	3003	-19	-19	13	7	0,2
17	66002	10000	10004	7	7	34	12	1,2
18	31207	5000	5002	9	9	23	10	0,4
19	23948	3000	3002	4	4	17	9	1,4
20	60376	5000	5001	-8	-8	38	11	0,6
21	28012	10000	10001	-12	-12	25	8	1,1
22	45180	5000	5002	-3	-3	33	12	0,8
23	67000	3000	3002	-4	-4	16	10	0,3
24	31500	10000	10003	-15	-15	30	9	1,5
25	18021	5000	5001	13	13	22	11	0,9
26	12908	3000	3001	24	24	37	7	0,2
27	23061	5000	5002	-19	-19	29	12	1,2
28	60054	10000	10002	7	7	20	11	0,4
29	40720	5000	5001	9	9	36	7	1,4
30	28030	3000	3001	4	4	10	12	1,2
31	45002	10000	10002	-8	-8	34	10	0,4
32	66002	5000	5002	-12	-12	23	9	1,4
33	31207	3000	3001	-3	-3	17	11	1,3
34	23948	10000	10001	-4	-4	38	8	0,6
35	60376	3000	3001	-5	-5	25	10	1,1

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3 ПОБУДОВА МЕРЕЖНОГО ГРАФІКА РОЗРОБЛЕННЯ СТАНДАРТУ ПІДПРИЄМСТВА ТА РОЗРАХУНОК ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Мета – навчитися складати мережні графіки розроблення стандарту підприємства та здійснювати розрахунок його основних параметрів.

Кількість годин на виконання практичного заняття – 2 год.

Зміст і послідовність виконання

Одним із напрямів системного підходу при організації робіт стандартизації є мережні планування, основним елементом якого є мережний графік.

Мережний графік – це графік зображення робіт і подій з

розрахованими параметрами.

Робота – є будь-який процес, який спричиняє досягнення певних результатів (подій).

Термін «робота» може мати декілька значень.

Дійсна – робота, яка вимагає витрат праці, матеріалів, часу.

Чекання - не вимагає витрат праці і матеріалів, але вимагає певних витрат часу.

Фіктивна робота (залежність – зв'язок між подіями, не вимагає витрат) матеріалів і часу.

Дійсні роботи і чекання зображуються у мережному графіку безперервними стрілками, а фіктивні роботи — пунктирними. Кожна робота у мережному графіку зображується однією стрілкою. Тривалість виконання робіт передається одиницями часу (година, доба, тиждень) і вказується над стрілками.

Подіями – називаються результати робіт, необхідних і достатніх для початку наступних робіт.

У мережному графіку подія зображується будь-якою геометричною фігурою (коло, трикутник), в якій вказується її номер чи шифр. Усяка робота у мережному графіку з'єднує дві події, які у відношенні до неї є початковою і кінцевою подіями.

Розрізняють такі події:

- початкова – початок виконання робіт (не має попередніх робіт);
- завершальна – означає досягнення кінцевої цілі;
- проміжна — наслідок однієї чи кількох робіт, які дозволяють розпочати одну або кілька наступних робіт.

Тривалість події дорівнює нулю, оскільки це стан, а не процес.

При складанні мережного графіка треба дотримуватися таких правил:

1) початкова подія розташовується ліворуч, а завершальна — праворуч;

2) усі події, крім завершальної, повинні мати наступну роботу. Присутність глухих кутів у мережі вказує на помилку;

3) у мережному графіку не повинно бути подій, крім початкової, до яких не входить ні одна робота;

4) усі роботи, які можуть виконуватися незалежно одна від однієї, повинні зображуватися похилими стрілками, що виходять із попередньої події;

5) у мережному графіку не повинно бути замкнених контурів,

тобто шляхів, які з'єднують події з ними ж самими, через інші шляхи і події.

Основними параметрами мережного графіка є:

- критичний шлях;
- ранній термін початку і ранній термін закінчення робіт;
- пізній термін початку і пізній термін закінчення робіт;
- резерви часу;
- календарна тривалість.

Шлях – це будь-яка послідовність робіт у мережному графіку, в якій завершальна подія однієї роботи збігається з початковою подією наступної роботи. Шлях від початкової події до завершальної називається повним шляхом. Повний шлях найбільшої тривалості – критичний шлях. Критичний шлях позначається через $L_{кр}$, а його тривалість $t_{кр}$.

Головну увагу треба приділяти роботам, які лежать на критичному шляху.

Ранній термін початку будь-якої роботи мережного графіку $t_{рпi}$ дорівнює сумарній тривалості робіт на максимальному попередньому шляху.

Ранній термін закінчення будь-якої роботи мережного графіку $t_{рзi}$ дорівнює ранньому терміну початку будь-якої роботи додати її тривалість:

$$t_{рзi} = t_{рпi} + t_i.$$

Пізній термін закінчення будь-якої роботи мережного графіка $t_{пзi}$ дорівнює різниці між тривалістю критичного шляху $t_{кр}$ і сумарною тривалістю робіт на максимальному зі шляхів, що йдуть за цією роботою до завершальної події:

$$t_{пзi} = t_{кр} - \Sigma t_{max}.$$

Пізній термін початку роботи мережного графіка $t_{ппi}$ дорівнює різниці між пізнім терміном закінчення цієї роботи і тривалістю самої роботи:

$$t_{ппi} = t_{пзi} - t_i.$$

Резервом часу R будь-якого шляху L називається різниця між

тривалістю критичного і цього шляху $t(L)$:

$$R(L) = t_{кр} - t(L).$$

Резерв часу будь-якого шляху показує, на скільки може бути збільшена тривалість усіх робіт на цьому шляху, щоб при цьому не змінився загальний термін виконання робіт у цілому.

Критичний шлях не має резерву часу, і всі роботи, які лежать на ньому, також не мають резерву часу.

Повним резервом часу роботи називається найбільший час, на який можливо збільшити тривалість цієї роботи, не змінюючи тривалість критичного шляху. Повний резерв розраховується як різниця між пізнім терміном початку (закінчення) роботи і раннім терміном її початку (закінчення).

$$R_{pi} = t_{ппі} - t_{рпі},$$
$$R_{pi} = t_{пзі} - t_{рзі}.$$

Приклад

Скласти мережний графік (рис. 3.1) виготовлення пробного зразка продукції.

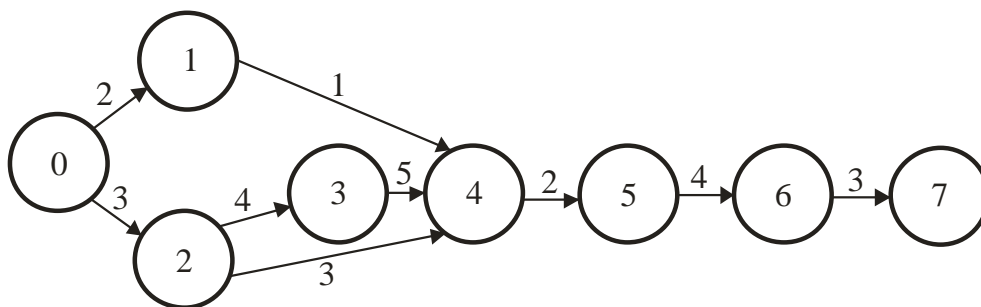


Рисунок 3.1 – Мережний графік виготовлення пробного зразка

Наслідки розрахунків основних параметрів мережного графіка зручно заносити у таблицю. За такого підходу до оформлення результатів розрахунків видно, які роботи мають резерви часу і який розмір цих резервів.

Календарна тривалість – визначається за календарем, пропускаючи вихідні і святкові дні.

Для мережного графіка, зображеного на рис. 3.1, результати параметрів шляху заносимо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри шляху

Позначення повного шляху	Тривалість повного шляху, дні	Резерв часу повного шляху, дні	Календарна тривалість повних шляхів, дні
0-1-4-5-6-7	12	9	16
0-2-3-4-5-6-7	21	0	29
0-2-4-5-6-7	15	6	21

Таблиця 3.2

Параметри мережного графіка

	Параметри мережного графіка					
	t_i	$t_{рпi}$	$t_{рзi}$	$t_{ппi}$	$t_{пзі}$	R_i
0-1	2	0	2	9	11	9
0-2	3	0	3	0	3	0
1-4	1	2	3	11	12	9
2-3	4	3	7	3	7	0
2-4	3	3	6	9	12	6
3-4	5	7	12	7	12	0
4-5	2	12	14	12	14	0
5-6	4	14	18	14	18	0
6-7	3	18	21	18	21	0

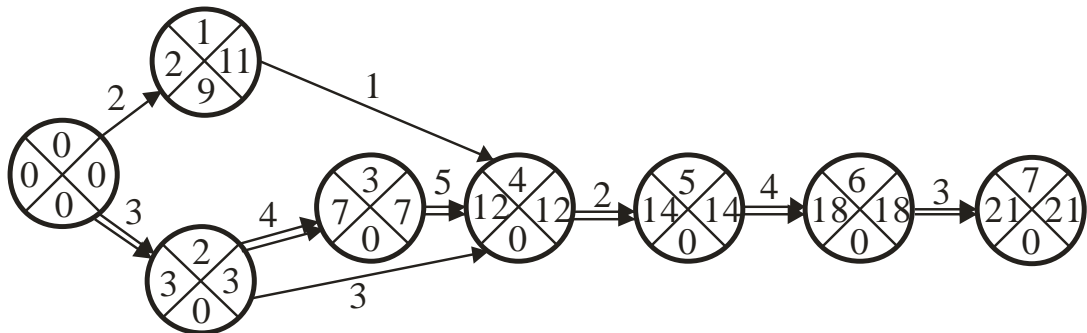


Рисунок 3.2 – Підсумковий мережний графік виготовлення пробного зразка

Завдання

Скласти мережний графік (рис.3.3) розроблення стандарту та виконати розрахунок параметрів мережного графіка. Вихідні дані вибрати згідно з варіантом у журналі із табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Опис робіт та подій

Позначення подій	Подія	Позначення роботи	Робота	Тривалість робіт (дні) за варіантом																													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
0	Наказ про впровадження виданий	0-1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
			Ознайомлення зі стандартом служб підприємства	5	7	6	5	6	7	5	6	7	5	6	4	5	6	4	5	6	3	4	5	6	7	6	5	6	5	7	4		
1	Служби підприємства зі стандартом ознайомлені	1-2		4	5	6	4	5	4	4	4	5	5	5	5	6	5	4	4	5	3	4	6	8	2	9	6	5	4				
2	Пропозиції підготовлені	2-3		2	3	2	2	3	3	4	3	4	2	3	4	3	4	3	5	2	3	4	5	6	8	4	5	6	3				
3	Загальний план складений	3-4		10	10	8	9	10	8	7	9	8	11	8	9	10	8	8	7	10	11	10	12	13	11	10	9	8	10				
4	Завдання розроблено	3-5		6	7	6	4	5	6	6	6	4	4	6	7	7	5	7	4	6	5	4	3	4	8	5	6	7	6				
5	Завдання на проектування дільниці розроблено	5-7		7	8	7	8	8	7	8	7	8	7	7	10	7	7	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8		
6	Планування розроблено	4-6		30	30	32	31	30	30	32	32	31	30	34	32	29	32	31	32	30	31	32	33	32	30	31	32	33	30	31	32	33	30
7	Конструкторська документація розроблена	6-8		20	20	22	20	21	24	23	22	20	21	24	20	20	25	21	22	20	21	20	22	23	24	25	22	23	24	25	22	20	21

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
8	ТП розроблений	6-9	Виготовлення дослідного зразка	35	30	30	35	37	30	35	34	32	33	34	30	35	37	30	34	34	32	33	30	31	32	33	32	31	30	30	32	31	33
9		8-11	Доробка ТП	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Дослідний зразок виготовлений	9-10	Проведення випробування зразка	10	10	10	8	8	9	10	10	10	10	10	10	8	8	10	9	10	10	9	10	8	9	10	8	7	8	9	10	11	10
11	Випробування проведені	10-11	Коректування ТП	16	15	14	15	14	15	14	14	14	15	13	15	14	14	15	14	15	14	14	15	14	13	14	15	15	14	13	14	16	16
12		7-11	Підготовка обладнання	10	10	10	12	12	13	10	10	12	10	10	10	12	12	13	10	10	10	12	10	13	12	11	10	12	11	13	14	13	14
13	Коректування ТП виконано, обладнання підготовлено	11-12	Виготовлення першої партії продукції	10	12	10	11	9	9	10	10	12	10	9	11	9	10	10	12	10	12	9	11	9	10	10	11	12	11	10	9	10	10
14	Перша партія продукції виготовлена	12-13	Випробування продукції	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
15	Випробування проведені	13-14	Складання акту про впровадження стандарту	4	5	4	5	4	3	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	6	6	4	6	3	5

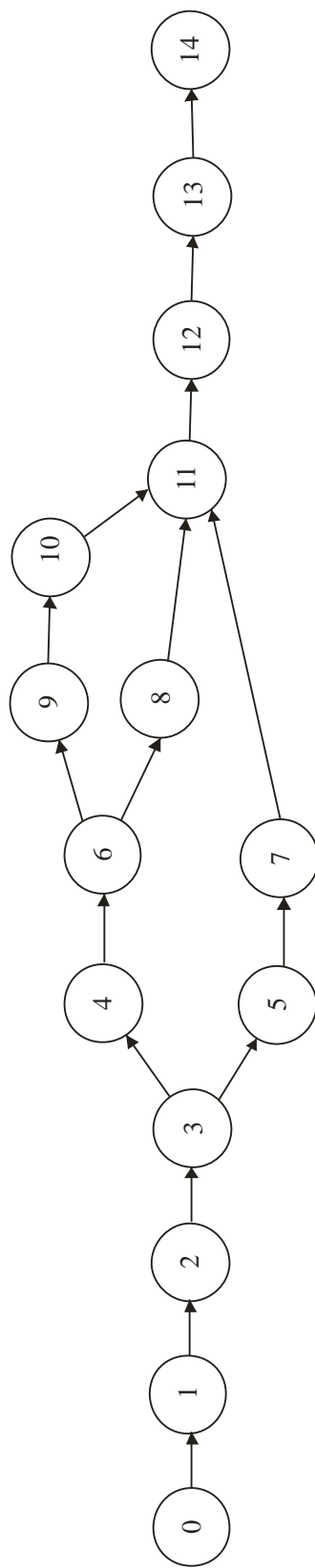


Рисунок 3.3 – Мережний графік впровадження стандарту

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ВИРОБУ

Мета – навчитися визначати показники рівня уніфікації та аналізувати отримати результати.

Кількість годин на виконання практичного заняття – 2 год.

Зміст і послідовність виконання

Для виконання роботи необхідно ознайомитися з матеріалом: уніфікація та запозичення; основні етапи уніфікації виробів; стандартні, уніфіковані, запозичені та оригінальні вузли і деталі; показники, за допомогою яких визначають рівень стандартизації та уніфікації.

Розрахунок показників рівня стандартизації та уніфікації проводити за формулами:

– коефіцієнт застосування (уніфікації):

$$K_3 = \frac{n - n_0}{n}, \quad (4.1)$$

де n – загальна кількість деталей;

$$n = n_c + n_y + n_3 + n_0, \quad (4.2)$$

де n_0 – кількість оригінальних деталей.

Коефіцієнти застосування стандартних, уніфікованих та запозичених деталей визначаються відповідно за формулами :

$$\begin{aligned} K_{3c} &= \frac{n_c}{n}, \\ K_{3y} &= \frac{n_y}{n}, \\ K_{33} &= \frac{n_3}{n}, \end{aligned} \quad (4.3)$$

де n_c , n_y , n_3 – кількість стандартних, уніфікованих та запозичених деталей відповідно;

– коефіцієнт повторювання:

$$K_{\text{пов}} = 1 - \frac{n_{\text{н}}}{n}, \quad (4.4)$$

де n – загальна кількість деталей;

$n_{\text{н}}$ – загальна кількість найменувань деталей;

$$\begin{aligned} K_{\text{повс}} &= 1 - \frac{n_{\text{нс}}}{n}, \\ K_{\text{пову}} &= 1 - \frac{n_{\text{ну}}}{n}, \\ K_{\text{повз}} &= 1 - \frac{n_{\text{нз}}}{n}, \end{aligned} \quad (4.5)$$

де $n_{\text{нс}}$, $n_{\text{ну}}$, $n_{\text{нз}}$ - кількість найменувань стандартних уніфікованих та запозичених деталей відповідно.

Приклад

Визначити показники рівня уніфікації та провести аналіз отриманих результатів, тобто зробити висновок проте, виріб з яким шифром має найбільш високий рівень уніфікації та чому ви так вважаєте.

	Кількість деталей	Кількість найменувань деталей
Шифр виробу F1		
стандартних	136	81
уніфікованих	2150	1607
запозичених	537	350
оригінальних	151	132
Шифр виробу F2		
стандартних	232	91
уніфікованих	2200	1644
запозичених	1548	400
оригінальних	165	153
Шифр виробу F3		
стандартних	1258	95
уніфікованих	3060	1600
запозичених	2303	1254
оригінальних	1371	289

Використовуючи дані виконується розрахунок коефіцієнтів

застосування, відповідно з формулами (4.1), (4.2), (4.3) і коефіцієнтів повторювання, відповідно формул (4.4), (4.5). Отримані результати заносимо у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Результати розрахунку

Шифр виробу	Показники							
	Застосування				Повторювання			
	$K_{зс}$	$K_{зв}$	$K_{зз}$	$K_{з}$	$K_{повс}$	$K_{повв}$	$K_{повз}$	$K_{пов}$
F1	0,05	0,72	0,18	0,95	0,40	0,25	0,35	0,27
F2	0,06	0,53	0,37	0,96	0,61	0,25	0,74	0,45
F3	0,16	0,38	0,29	0,83	0,92	0,48	0,46	0,59

Завдання

Вихідні дані вибрати згідно з варіантом за табл. 4.2.

На основі отриманих результатів провести порівняльний аналіз рівня уніфікації виробів та зробити висновок про те, який із виробів має найкращі показники рівня уніфікації. Обґрунтувати висновок, враховуючи те, що більш високому рівню уніфікації відповідають більші значення коефіцієнта застосування і коефіцієнта повторювання, але перевага віддається коефіцієнту застосування.

Таблиця 4.2

Вихідні дані

№ варіанта	Шифр виробу	Кількість деталей					Кількість найменувань деталей				
		стандартних, n_c	уніфікованих, n_y	запозичених, n_z	оригінальних, n_o	разом, n	стандартних, $n_{нс}$	уніфікованих, $n_{нy}$	запозичених, $n_{нз}$	оригінальних, $n_{но}$	разом, n_d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A1	126	1150	537	51		81	607	250	32	
	A2	132	1200	548	65		82	600	200	53	
	A3	258	2060	1303	371		93	600	254	189	
2	B1	120	1144	531	45		75	602	244	26	
	B2	126	1194	542	59		76	594	194	47	
	B3	253	2054	1297	365		87	594	248	183	
3	V1	110	1134	521	35		65	592	234	16	
	V2	116	1184	532	49		66	584	184	37	
	V3	243	2044	1287	355		77	584	238	173	

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Г1	140	1164	551	65		85	622	264	46	
	Г2	146	1214	562	79		86	614	214	67	
	Г3	273	2074	1317	385		107	614	268	203	
5	Д1	135	1159	546	60		80	617	259	41	
	Д2	141	1209	557	74		81	609	209	62	
	Д3	268	2069	1312	380		102	609	263	198	
6	Е1	124	1148	535	49		79	605	248	30	
	Е2	130	1198	546	63		80	598	198	51	
	Е3	257	2058	1301	369		91	598	252	187	
7	Ж1	120	1144	531	45		75	601	24	26	
	Ж2	126	1194	542	59		76	594	194	47	
	Ж3	253	2054	1300	365		87	594	248	183	
8	З1	130	1154	541	55		85	611	254	36	
	З2	136	1204	552	69		86	604	204	57	
	З3	263	2064	131	375		97	604	258	193	
9	К1	128	1152	539	52		83	609	252	34	
	К2	134	1202	550	67		84	602	202	55	
	К3	261	2062	1305	273		95	602	254	191	
10	Л1	118	1142	529	42		73	599	242	24	
	Л2	124	1192	540	57		74	592	192	45	
	Л3	251	2052	1295	263		85	592	244	181	
11	М1	122	1146	533	47		76	603	246	28	
	М2	128	1196	544	61		78	597	196	49	
	М3	255	2056	1299	367		89	597	250	185	
12	Н1	132	1156	543	57		86	613	256	38	
	Н2	138	1206	554	71		88	617	206	59	
	Н3	265	2066	1309	377		99	617	260	195	
13	О1	146	1166	553	67		96	623	266	48	
	О2	148	1216	564	81		98	627	216	69	
	О3	275	2076	1319	387		109	627	270	205	
14	П1	142	1162	549	63		92	519	262	44	
	П2	144	1212	560	77		94	623	212	65	
	П3	271	2072	1315	383		105	623	266	201	
15	Р1	114	1138	525	39		69	595	238	30	
	Р2	120	1188	536	53		70	588	188	41	
	Р3	247	2048	1291	359		81	588	242	177	
16	С1	116	1140	527	41		81	607	240	22	
	С2	122	1210	538	55		82	600	190	43	
	С3	248	2050	1203	370		93	600	254	179	
17	Т1	110	1144	521	45		75	602	234	16	
	Т2	116	1194	532	59		76	594	184	37	
	Т3	243	2054	1287	365		87	594	238	173	

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	У1	110	1134	521	25		55	592	234	16	
	У2	116	1184	532	39		56	584	184	37	
	У3	243	2044	1287	345		67	584	238	173	
19	Ф1	130	1154	551	65		85	622	264	46	
	Ф2	136	1204	562	79		86	614	214	67	
	Ф3	263	2064	1317	385		107	614	268	203	
20	Х1	125	1159	546	60		70	617	249	41	
	Х2	131	1209	557	74		71	609	209	62	
	Х3	258	2069	1312	380		92	609	253	198	
21	Ц1	124	1248	535	49		79	605	248	30	
	Ц2	130	1298	546	63		80	598	198	51	
	Ц3	257	2158	1301	369		91	598	252	187	
22	Ч1	110	1144	531	45		75	601	14	26	
	Ч2	116	1194	542	59		76	594	184	47	
	Ч3	243	2054	1300	365		87	594	238	183	
23	Ш1	130	1154	541	45		85	611	244	36	
	Ш2	136	1204	552	59		86	604	214	57	
	Ш3	263	2064	131	385		97	604	248	193	
24	Щ1	128	1152	549	52		83	609	252	34	
	Щ2	134	1202	560	67		84	602	202	55	
	Щ3	261	2062	1315	273		95	602	254	191	
25	Ъ1	119	1142	529	42		74	599	242	24	
	Ъ2	125	1192	540	57		75	592	192	45	
	Ъ3	252	2052	1295	263		86	592	244	181	
26	И1	132	1146	533	47		76	613	246	28	
	И2	138	1196	544	61		78	598	196	49	
	И3	265	2056	1299	367		89	598	250	185	
27	Ы1	132	2156	543	57		86	713	256	38	
	Ы2	138	2206	554	71		88	717	206	59	
	Ы3	265	3066	1309	377		99	717	260	195	
28	Э1	156	1166	553	67		96	623	266	48	
	Э2	158	1216	564	81		98	627	216	69	
	Э3	285	2076	1319	387		109	627	270	205	
29	Ю1	142	1162	549	63		102	519	262	44	
	Ю2	144	1212	560	77		104	623	212	65	
	Ю3	271	2072	1315	383		115	623	266	201	
30	Я1	114	1238	525	39		69	595	238	30	
	Я2	120	1288	536	53		70	588	188	41	
	Я3	247	2148	1291	359		81	588	242	177	

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

ВИВЧЕННЯ ПОРЯДКУ ЗДІЙСНЕННЯ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ ЗА ДОДЕРЖАННЯМ СТАНДАРТИВ, НОРМ І ПРАВИЛ

Мета – ознайомитись з «Інструкцією про порядок здійснення державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил», № 321 від 3 червня 2002 р. та навчитися користуватися «Інструкцією» і відповідати на поставлені питання.

Кількість годин на виконання практичного заняття – 2 год.

Зміст і послідовність виконання

Державний нагляд – це діяльність спеціально уповноважених органів виконавчої влади по контролю за додержанням підприємцями стандартів, норм і правил при виробництві та випуску продукції (виконанні робіт, наданні послуг) з метою забезпечення інтересів суспільства і споживачів в її належній якості, безпечної для життя, здоров'я і майна людей і навколишнього середовища.

Державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил (далі – державний нагляд) здійснюється відповідно до декрету кабінету міністрів України «про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідність за їх порушення» від 8 квітня 1993 року, а також відповідно «інструкції про порядок здійснення державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил», яка затверджена указом держстандарту України від 3 червня 2002 р.

Об'єктами державного нагляду є: - продукція виробничо-технічного призначення, товари народного споживання, продукція тваринництва та рослинництва, продукти харчування, в тому числі продукція, що пройшла сертифікацію, - на відповідність стандартам, нормам і правилам; - продукція імпортна – на відповідність діючим в Україні стандартам, нормам і правилам стосовно безпеки для життя, здоров'я і майна людей і навколишнього середовища; - продукція експортна, що купується за державні кошти на відповідність стандартам, нормам і правилам або окремим вимогам, обумовлених договором (контрактом).

Органами державного нагляду є: центральний орган виконавчої влади у сфері технічного регулювання та споживчої політики (дп «стандартметрології») і його територіальні органи – державні центри стандартизації, а також інші спеціально уповноважені органи.

Нагляд за дотриманням вимог санітарно-гігієнічних і санітарно-протиепідемічних правил і норм здійснюють органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби, а нагляд за додержанням ветеринарно-санітарних вимог здійснюють державні органи ветеринарної медицини.

Головним державним інспектором України є голова держспоживстандарту, а його заступники є заступниками головного державного інспектора України з державного нагляду за якістю продукції, додержанням стандартів, норм і правил.

Директори центрів стандартизації, метрології та сертифікації одночасно за посадою є головними державними інспекторами республіки Крим, області, міста, а їхні заступники – заступниками головного державного інспектора республіки Крим, області, міста з державного нагляду.

Службові особи, які здійснюють державний нагляд, повинні бути атестовані у встановленому порядку. Державний нагляд здійснюється шляхом проведення періодичних або постійних перевірок.

Періодичний державний нагляд здійснюється у формі інспекційного контролю за додержанням стандартів, норм і правил шляхом проведення планових (не частіше одного разу на календарний рік) та позапланових перевірок.

Планові перевірки проводяться відповідно до плану-графіка державного нагляду.

Позапланові перевірки здійснюються на виконання рішень кабінету міністрів України з вмотивованою вимогою органів виконавчої влади, виконавчих органів місцевих рад, прокуратури, а також за зверненням громадян.

Постійний державний нагляд застосовується в разі систематичних претензій щодо якості продукції, яка випускається, та за відсутності умов для її стабільного випуску згідно з вимогами стандартів, норм і правил. Проведення перевірок і оформлення результатів державного нагляду здійснюється відповідно до п.5 і 6. «інструкції про порядок здійснення державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил».

Державні інспектори на підставі акта перевірки: - видають суб'єкту підприємницької діяльності приписи про усунення порушень додержаних стандартів, норм і правил, про заборону реалізації окремих партій продукції з порушенням стандартів, норм і правил; - оформлюють матеріали щодо накладання штрафу на суб'єкта підприємницької діяльності в разі порушення ним стандартів, норм і правил; - складають протоколи про адміністративні правопорушення в галузі стандартизації, якості продукції,

метрології та сертифікації згідно з кодексом України про адміністративні правопорушення.

За результатами перевірки суб'єкт підприємницької діяльності розробляє план організаційно-технічних заходів, у якому зазначаються конкретні заходи щодо усунення порушень стандартів, норм і правил та причини, які були виявлені.

Контроль за виконанням заходів щодо усунення порушень здійснюється через проведення повторної перевірки. В разі позитивних результатів перевірки дп «стандартметрологія» надсилає свої пропозиції щодо видачі дозволу на виробництво продукції до держспоживстандарту і головний державний інспектор видає дозвіл на поновлення виробництва продукції.

Завдання

Ознайомитись з «інструкцією про порядок здійснення державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил» і відповідати на питання:

1 Яким шляхом здійснюється державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил і технічних регламентів?

2 в якій формі проводиться періодичний державний нагляд?

3 в якому разі застосовується постійний державний нагляд?

4 що є об'єктами державного нагляду?

5 хто є головним державним інспектором?

6 кимзначається державний інспектор з державного нагляду?

7 що повинен зробити державний інспектор до початку перевірки і з прибуттям на підприємство?

8 як проводиться відбір зразків продукції?

9 що перевіряють одночасно з відбором зразків?

10 ким проводяться випробування відібраних зразків і як оформлюються результати?

11 що встановлюють при перевірці додержання метрологічних норм і правил?

12 який документ оформлюється за результатами державного нагляду?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

СКЛАДАННЯ СХЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРАНОЇ МОДЕЛІ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЕТАПІВ

Мета – ознайомитись з порядком проведення сертифікації продукції у системі УкрСЕПРО відповідно до ДСТУ 3413-96. Ознайомитись з моделями сертифікації продукції, які можуть бути використовані у системі УкрСЕПРО. Скласти схему сертифікації продукції залежно від заданих умов.

Кількість годин на виконання практичного заняття – 3 год.

Зміст і послідовність виконання

Для виконання задачі потрібно користуватися загальною схемою сертифікації продукції згідно з ДСТУ 3413-96 (рис. 6.1).

Наприклад, візьмемо варіант, коли сертифікується продукція, яка випускається серійно, модель передбачає обстеження виробництва, результати аналізу документації були негативні, була подана письмова апеляція і рішення апеляційної комісії були позитивні (на користь заявника), передбачалось підтвердження відповідності продукції усім обов'язковим вимогам, результати випробувань зразків продукції – позитивні.

Просліджуємо загальну схему сертифікації та обираємо з неї відповідні заходи (блоки), які відповідають завданню.

Послідовність побудови схеми буде така: - заявник; - заявка в ос; - аналіз документації; - результати аналізу; - рішення про скасування заявки; - письмова апеляція; - апеляційна комісія; - розгляд документів; - рішення; - продовження процесу; - вибір моделі сертифікації; - рішення за заявкою; - обстеження виробництва; - відбирання зразків та їх ідентифікація; - проведення випробувань; - аналіз результатів сертифікації; - видача сертифіката відповідності за формою 1; - ліцензійна угода, програма технічного нагляду; - реєстрація сертифіката у реєстрі системи; - підтвердження факту сертифікації та маркування продукції.

Обрана таким чином послідовність повинна бути зображена у вигляді схеми (рис. 6.2).

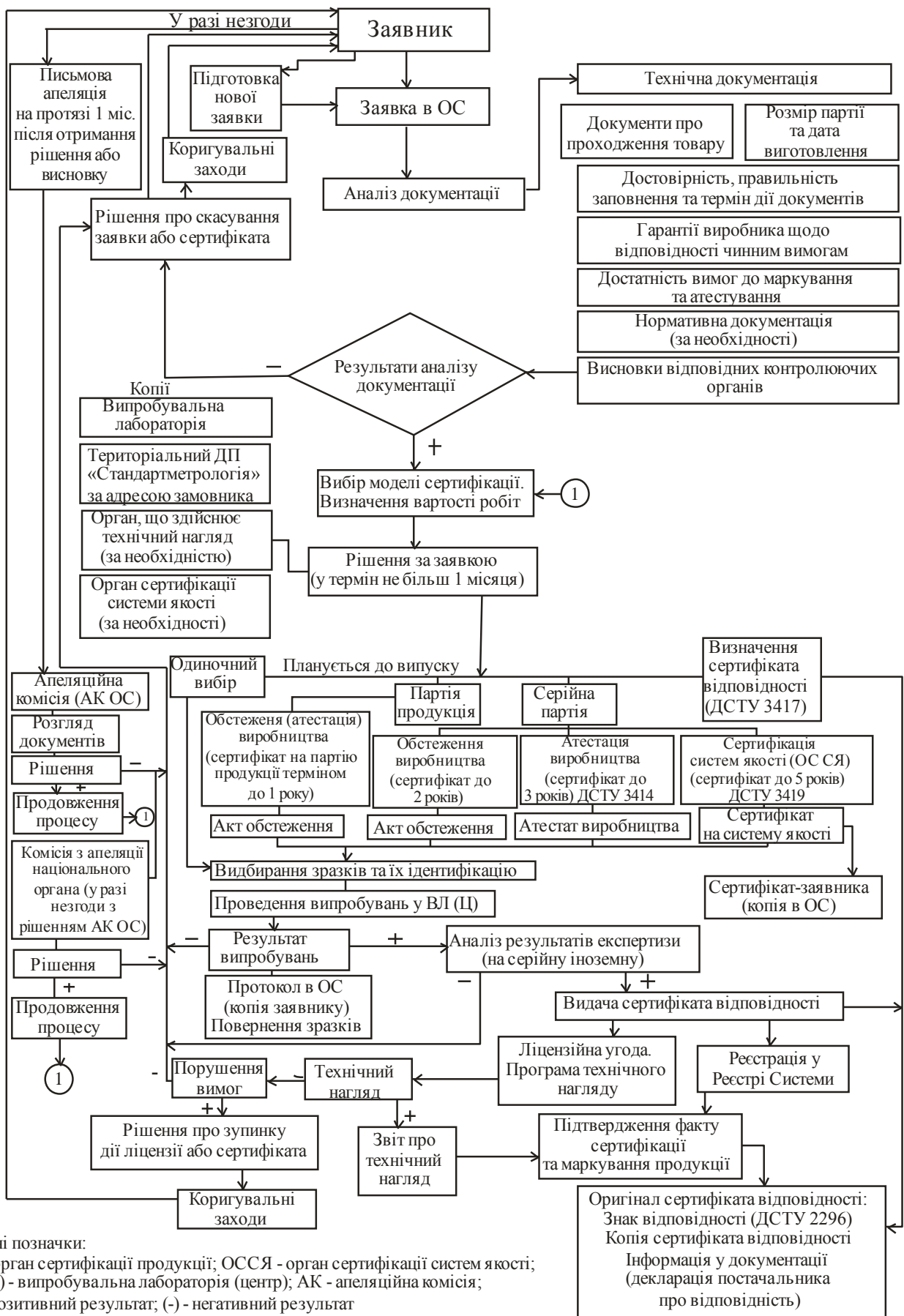


Рисунок 6.1 – Загальна схема сертифікації продукції згідно з ДСТУ 3413

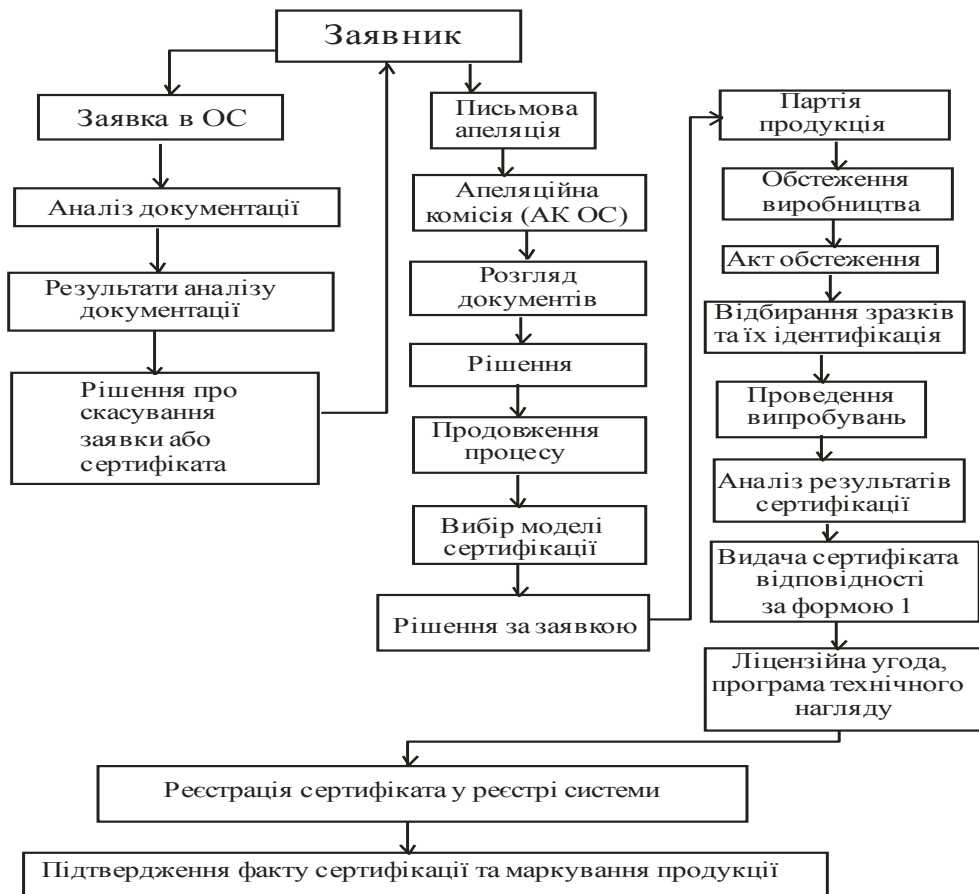


Рисунок 6.2 – Схема сертифікації партії продукції

Завдання

Ознайомитись з ДСТУ 3413 і знайти відповіді на контрольні питання. Ознайомитись з загальною схемою сертифікації продукції. Скласти схему сертифікації продукції відповідно варіанта (табл. 6.1), використовуючи загальну схему.

Контрольні питання

- 1 Перерахувати основні етапи проведення сертифікації продукції у системі УкрСЕПРО.
- 2 Стисло пояснити порядок надання заявки на сертифікацію.
- 3 Пояснити дії органів, які проводять випробування з метою сертифікації у разі отримання позитивних чи негативних результатів.
- 4 В яких випадках орган з сертифікації продукції може зупинити або припинити дію ліцензії чи сертифіката?
- 5 Ким здійснюється технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції?
- 6 Від чого залежить термін дії сертифіката відповідності?

Таблиця 6.1 – Вихідні дані парних варіантів

Варіант	Модель сертифікації	Результати аналізу документів	Подання письмової апеляції	Рішення апеляційної комісії		Підтверджується відповідність	Результати випробувань
				Орган з сертифікації	Національний орган		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Одиничний виріб	Позитивні	–	–	–	усім обов'язковим вимогам	Позитивні
2	Партія продукції	Позитивні	–	–	–	усім вимогам	Позитивні
3	Серійна продукція з обстеженням виробництва	Негативні	Було	Позитивні	–	Окремим вимогам	Позитивні
4	Серійна продукція з атестацією виробництва	Позитивні	–	–	–	Усім обов'язковим вимогам	Позитивні
5	Партія продукції	Негативні	Було	Негативні	Позитивні	Усім вимогам	Позитивні
6	Серійна продукція з сертифікацією систем якості	Негативні	Було	Негативні	Позитивні	Усім вимогам	Позитивні
7	Одиничний виріб	Негативні	Було	Позитивні	–	Усім обов'язковим вимогам	Негативні
8	Партія продукції	Позитивні	–	–	–	Окремим вимогам	Позитивні
9	Серійна продукція з обстеженням виробництва	Позитивні	–	–	–	Усім вимогам	Позитивні

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Серійна продукція з атестацією виробництва	Позитивні	–	–	–	Усім обов'язковим вимогам	Негативні
11	Партія продукції	Позитивні	–	–	–	Окремим вимогам	Позитивні
12	Одиничний виріб	Негативні	Було	Негативні	Позитивні	Усім обов'язковим вимогам	Позитивні
13	Серійна продукція з обстеженням виробництва	Позитивні	–	–	–	Усім вимогам	Позитивні
14	Серійна продукція з сертифікацією систем якості	Негативні	Було	Позитивні	–	Усім обов'язковим вимогам	Негативні
15	Партія продукції	Позитивні	–	–	–	Окремим вимогам	Позитивні
16	Партія продукції	Позитивні	–	–	–	Окремим вимогам	Негативні
17	Одиничний виріб	Позитивні	–	–	–	Усім вимогам	Позитивні
18	Серійна продукція з обстеженням виробництва	Негативні	Було	Позитивні	–	Усім обов'язковим вимогам	Позитивні
19	Серійна продукція з обстеженням виробництва	Позитивні	–	–	–	Усім вимогам	Негативні
20	Одиничний виріб	Негативні	Було	Позитивні	–	Усім обов'язковим вимогам	Позитивні

ЛІТЕРАТУРА

1. Метрологія, стандартизація, відповідальність, акредитація та управління якістю. Підручник / Г.А. Саранча.- К. Центр навчальної літератури, 2006.- 672 с.
2. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні: Навчальний посібник.- Дьвів: Світ, 2003.- 328 с.
3. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг: Підручник / Н.Г. Салухіна, О.М. Язвінська. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 336 с.
4. Основи стандартизації, метрології та управління якістю: Конспект лекцій / В.М. Мазур. – Д.: ДУЕП, 2007. – 106 с.
5. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: Учебник / И.М. Лифиц.– М.: Юрайт, 1999. – 285 с.
6. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікація / М.І. Шаповал. - К.: Європейський університет фінансів, інформативних систем, менеджменту і бізнесу, 2000. - 174 с.
7. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник / Р.В. Бичківський. – Львів: Львівська політехніка, 2004. – 560 с.
8. Статистические методы контроля и управления качеством. Учебное пособие / Э.М. Сундарон. -Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002.- 54 с.
9. Качество, стандартизация, сертификация в дорожном строительстве. Учебное пособие к практическим и лабораторным работам по дисциплине / И.А. Холмянский, В.А. Шнайдер. - Омск. Изд-во СибАДИ.2007 с.167
10. Метрологія, стандартизація, сертифікація, атестація та контроль якості у дорожній галузі. Конспект лекцій. Електронний ресурс / В.К. Жданюк. – Харків, ХНАДУ, 2011.- 54 с.
11. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Стандартизація, сертифікація та ліцензування» за напрямом вищої освіти 6.030601 – «Менеджмент» 6.030504 – «Економіка підприємства». / Козаченко М.Т., Лебединська Л.О., Солодка В.І. - Одеса 2013. – 112 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Практичне заняття № 1. Вибір засобів і оцінка точності виконаних вимірювань	4
Практичне заняття № 2. Грубі і систематичні похибки і методи їх виключення	19
Практичне заняття № 3. Побудова мережного графіка розроблення стандарту підприємства та розрахунок його основних параметрів	30
Практичне заняття № 4. Визначення показників рівня стандартизації та уніфікації для конкретного виробу	37
Практичне заняття № 5. Вивчення порядку здійснення державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил ...	42
Практичне заняття № 6. Складання схеми сертифікації продукції залежно від обраної моделі та результатів виконання окремих етапів.....	45
Література	50

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
" Метрологія, стандартизація, сертифікація, атестація та
контроль якості в дорожній галузі " для студентів спеціальності
7.06010105 - "Автомобільні дороги та аеродроми"

Укладач: СЄДОВ Андрій Віталійович

Відповідальний за випуск: В.К. Жданюк
Редактор:

План 2016 р., поз.

Підп. до друку

Зам. №

Формат 60x84 1/16

Умов. друк. арк. 3,3

Тираж 100 екз.

Обл.- вид. арк.

Ціна договірна

ХНАДУ, 61002, Харків, вул. Петровського, 25

Підготовлено і надруковано видавництвом Харківського
національного автомобільно-дорожнього університету