

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
протокол від «31» вересня 2023 р. № 10

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**до практичного вивчення  
навчальної дисципліни  
«Охорона праці в галузі»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 184 «Гірництво»,  
освітньо-професійної програми «Маркшейдерська справа»  
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва

Рекомендовано на засіданні  
кафедри маркшейдерії  
протокол від «28» серпня 2023 р. № 7

Розробники: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії Панасюк А.В.  
к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії Іськов С.С.  
к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім.проф. М.Т.Бакка Камських О.В.

Житомир  
2023

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 2

Методичні рекомендації до практичного вивчення навчальної дисципліни «Охорона праці в галузі» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 184 «Гірництво», освітньо-професійної програми «Маркшейдерська справа» / **А.В. Панасюк, С.С. Іськов, О.В. Камських.** – Житомир: Житомирська політехніка, 2023. – 59 с.

### **Упорядники:**

*Панасюк Андрій Вікторович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

*Іськов Сергій Станіславович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

*Камських Олександр Валерійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. М.Т. Бакка Державного університету «Житомирська політехніка».

### **Відповідальний за випуск:**

*Панасюк Андрій Вікторович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

### **Рецензенти:**

*Шамрай Володимир Ігорович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. Державного університету «Житомирська політехніка».

*Шлапак Володимир Олександрович*, в.о. зав.кафедрою маркшейдерії, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка»

© Панасюк А.В., 2023

© Іськов С.С., 2023

© Камських О.В., 2023

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 59 / 3</i>

## ВСТУП

Мета вивчення дисципліни – формування у майбутніх фахівців знань, умінь і здатностей вирішувати типові задачі діяльності з нормативно-правових і організаційних питань охорони праці, соціальної та економічної ефективності охорони праці, шляхів і напрямків поліпшення функціонування системи управління охороною праці, стану охорони праці у гірничій галузі та факторів, що його обумовлюють, розробки конкретних заходів та засобів поліпшення санітарно-гігієнічних умов, безпеки праці і пожежної безпеки.

Всебічна і якісна підготовка здобувача неможлива без вивчення практичних питань охорони та безпеки праці, таких як розрахунок вентиляції виробничих приміщень, потреби у природному та штучному освітленні робочих місць, визначення рівнів шуму у виробничих приміщеннях, екрануванні джерел електромагнітних випромінювань, розрахунок заземлення та занулення електроустановок, радіаційний захист, пожежна безпека. Частина типових задач по вищевказаним темам та порядок їх розв’язку наведені у даних методичних рекомендаціях.

Методики розрахунків, наведені у даних методичних рекомендаціях, можуть використовуватись як здобувачами денної та заочної форм навчання всіх спеціальностей, так і інженерами з охорони праці та іншими працівниками підприємств, відповідальними за забезпечення здорових і безпечних умов праці на виробництві.

Розв’язання задач і відповіді на запитання за потреби мають супроводжуватись ескізами чи схемами, виконаними олівцем відповідно до правил технічного креслення. Тексти відповідей на запитання й розв’язання задач повинні бути погоджені з ескізами шляхом цифрових позначень.

Необхідні довідкові матеріали для розв’язання задач наведені у додатках, які мають порядковий номер та букву Д.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 4

# 1. ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

## Задача 1

У монтажному цеху вільним об'ємом  $V = 1500 \text{ м}^3$  проводиться пайка та лудження м'яким припоєм ПОС-40. За 1 годину роботи витрачається 1 кг припою, до складу якого входить  $G = 0,6 \text{ кг}$  свинцю. При паянні й лудженні випаровується  $g \%$  припою. Коефіцієнт нерівномірності розподілення парів по приміщенню  $k$ . Визначити кількість повітря  $L_{ш}$ , яку необхідно вводити в приміщення, щоб концентрація парів свинцю не перевищувала гранично допустиму (ГДК).

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$g, \%$	1,0	0,8	0,7	0,6	1,1	0,9	0,5	0,4	0,8	0,3
$k$	1,3	1,2	1,4	1,9	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити кількість свинцю, що випаровується за 1 год., г:

$$G_{\epsilon} = G \cdot g / 100.$$

2. Визначити гранично допустиму концентрацію парів свинцю  $q_{ГДК}$  за ГОСТ 12.1.005 – 88 (табл. Д1).

3. Визначити можливу концентрацію парів свинцю ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) за відсутності вентиляції та порівняти з ГДК:

$$q' = \frac{k \cdot 1000 \cdot G_{\epsilon}}{V}.$$

4. Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні,  $\text{м}^3/\text{год.}$ :

$$L_{ш} = \frac{k \cdot G_{\epsilon}}{q - q_0};$$

де  $q$  – прийнята для розрахунку концентрація шкідливої речовини у повітрі, що видаляється з приміщення ( $q \leq q_{ГДК}$ ),  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

$q_0$  – концентрація шкідливої речовини у повітрі, що подається в приміщення ( $q_0 < 0,2 q_{ГДК}$ ),  $\text{мг}/\text{м}^3$  (прийняти  $q_0 = 0$ ).

5. Визначити кратність повітрообміну 1/год.:

$$K = \frac{L}{V},$$

6. Проаналізувати отримані дані, дати рекомендації з вибору виду й системи вентиляції.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	
		Арк 59 / 5

## Задача 2

В малярному цеху вільним об'ємом  $V$  протягом години виконується фарбування деталей фарбою на основі бензолу. При висиханні фарби випаровується 60 % бензолу від його кількості у фарбі  $G$ . У цеху присутні джерела надлишкового явного тепла  $Q$ . Визначити кількість повітря, яку необхідно подавати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу  $q$  не перевищувала гранично допустимої, а температура повітря не перевищувала 25 °С.

Прийняти: температуру повітря, що подається у приміщення, + 18 °С, густину повітря  $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , масову ізобарну теплоємність повітря  $c = 1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{°С}$ .

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$V, \text{ м}^3$	4000	3700	4300	3500	3200	3400	3900	3000	2800	3100
Кількість бензолу, $G, \text{ г}$	85	125	95	110	145	78	49	58	142	135
$k$	1,2	1,4	1,6	1,9	1,3	1,7	1,5	1,3	1,2	1,4
$Q, \text{ кДж}$	290	240	360	480	720	600	450	250	580	840

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити гранично допустиму концентрацію бензолу  $q_{ГДК}$  за ГОСТ 12.1.005 – 88 (табл. Д1).

2. Визначити можливу концентрацію парів бензолу,  $\text{мг/м}^3$ , за відсутності вентиляції та порівняти з  $q_{ГДК}$ :

$$q' = \frac{k \cdot 1000 \cdot G_{\text{в}}}{V},$$

де  $k$  – коефіцієнт нерівномірності розподілу шкідливої речовини у приміщенні;

$G_{\text{в}}$  – кількість бензолу, що випаровується протягом години, г.

3. Визначити необхідну кількість повітря,  $\text{м}^3/\text{год.}$ , для розбавлення парів шкідливої речовини до необхідної концентрації:

$$L_{\text{н}} = \frac{k \cdot 1000 G_{\text{в}}}{q - q_0},$$

де  $q$  – прийнята для розрахунку концентрація шкідливої речовини у повітрі, що видаляється з приміщення ( $q \leq q_{ГДК}$ ),  $\text{мг/м}^3$ ;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 6

$q_o$  – концентрація шкідливої речовини у повітрі, що подається у приміщення ( $q < 0,1 q_{ГДК}$ ), мг/м<sup>3</sup>.

4. Визначити необхідну кількість повітря, м<sup>3</sup>/год., для видалення надлишків явного тепла:

$$L_Q = \frac{kQ}{c(t_g - t_n)\gamma},$$

де  $Q$  – надлишки тепла, кДж/год.;

$t_g$  – температура повітря, що видаляється, °С;

$t_n$  – температура повітря, яке подається в приміщення, °С.

5. Порівняти  $L_{ш}$  з  $L_Q$  і прийняти остаточне рішення про потрібний повітрообмін  $L$ .

6. Визначити кратність повітрообміну, 1/год.:

$$K = \frac{L}{V}.$$

7. Виходячи з розрахованих даних, навести рекомендації з вибору системи й виду вентиляції.

### Задача 3

У приміщенні випробувальної станції заводу вільним об'ємом  $V$  випробовуються карбюраторні двигуни внутрішнього згорання. При цьому 85 % вихлопних газів від випробуваних двигунів відводяться місцевими відсмоктувачами назовні, а 15 % залишаються в приміщенні. Вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах  $P$  при випробуванні на стенді становить 3 %. Визначити необхідний обмін повітря для розбавлення оксиду вуглецю до допустимої концентрації.

Вихідні дані для розрахунку, що наведені у таблиці:

$n$  – кількість двигунів, шт.;

$V_h$  – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;

$T$  – час роботи двигунів, хв.;

$q_o$  – вміст шкідливої речовини (СО) у зовнішньому повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$n$ , шт.	5	8	6	7	9	8	10	8	6	5
$V_h$ , л	7	6	5,55	4,25	2,45	0,75	1,5	1,8	2,12	3,48
$T$ , хв.	60	45	45	60	40	60	45	60	45	45
$q_o$ , мг/м <sup>3</sup>	1,5	1,2	2,0	2,5	1,2	1,5	1,2	2,0	2,5	1,6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 7

### **Вказівки до розв'язання**

1. Визначити витрату палива одним двигуном, кг/год., за формулою:

$$B = 0,8 V_h + 0,6.$$

2. Визначити кількість оксиду вуглецю, що виділяється при роботі одного двигуна, кг/год., за формулою:

$$G = \frac{0,15 P \cdot B}{T / 60}.$$

3. Визначити кількість оксиду вуглецю, що залишається з відпрацьованими газами у приміщенні, кг/год.:

$$G_{зал} = 0,15 G \cdot n.$$

4. Визначити гранично допустиму концентрацію оксиду вуглецю за ГОСТ 12.1.005 – 88 (табл. Д1).

5. Розрахувати необхідний повітрообмін для розбавлення оксиду вуглецю до допустимої концентрації, м<sup>3</sup>/год.,:

$$L_u = \frac{10^6 k G_{зал}}{q - q_o}.$$

де  $k$  – коефіцієнт нерівномірності розповсюдження шкідливої речовини у приміщенні ( $k = 1,2 - 2,0$ );

$q$  – прийнята концентрація шкідливої речовини у повітрі, що видаляється з приміщення ( $q \leq q_{ГДК}$ ), мг/м<sup>3</sup>;

$q_o$  – концентрація шкідливої речовини у повітрі, що подається у приміщення ( $q_o < 0,2 q_{ГДК}$ ), мг/м<sup>3</sup>.

6. Визначити кратність повітрообміну, 1/год.:

$$K = \frac{L}{V}$$

7. Зробити висновки з розрахунку.

### **Задача 4**

З метою запобігання травм та забруднення повітря робочої зони при обробці матеріалів (чавуну, каменю, пластмас тощо) на відповідних верстатах установлюють пристрої для відсмоктування пилу та стружки.

Розрахувати необхідний об'єм повітря для надійного транспортування пилу та стружки, маючи на увазі, що необхідна швидкість повітря у відсмоктувальному пристрої  $v_o$  має бути не менше ніж 28, 20 та 17 м/с відповідно для чавуну, каменю та пластмас. Вид оброблюваного матеріалу прийняти відповідно до спеціальності, за якою навчається студент.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 8

Пристрій за конкретним варіантом задачі може бути індивідуальним чи груповим (на 2 і більше верстатів). Прийняти питому густину повітря  $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , концентрацію пилостружкоповітряної суміші  $\mu = 0,25 \text{ кг/кг}$  повітря

Вихідні дані:

$G$  – кількість стружки та пилу, що утворюються при обробці матеріалу, кг/год. машинного часу;

$n$  – кількість верстатів, для яких устанавлюється один загальний відсмоктувач, шт.;

$F_o$  – площа одного приймального отвору,  $\text{см}^2$ .

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$G$ , кг/год.	9	23	15	12	7	24	14	6	12	8
$n$ , шт.	1	4	3	2	1	4	2	1	3	2
$F_o$ , см	10	16	12	14	20	18	10	14	12	13

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити масу повітря, необхідного для безперервного видалення стружки та пилу від різального інструменту, кг/год.:

$$G_n = G / \mu .$$

2. Визначити мінімальний об'єм повітря, необхідного для транспортування стружки та пилу,  $\text{м}^3/\text{год.}$ :

$$L = G_n / \gamma .$$

3. Визначити необхідний об'єм повітря з урахуванням вимоги щодо мінімальної швидкості всмоктування:

$$L_{ш.п.} = 3600 F_o V_o, \text{ м}^3/\text{год.}$$

4. Порівняти  $L$  з  $L_{ш.п.}$  та прийняти остаточне рішення щодо необхідного об'єму повітря.

### Задача 5

Розрахувати кількість нагрівальних приладів двотрубної системи опалення. Теплоносій – вода з початковою температурою  $t_{нов}$ ,  $^{\circ}\text{C}$  і кінцевою  $t_{кін}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ; температура в приміщенні  $t = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Гаряча вода подається зверху донизу в кількості  $L = 17,4 \text{ кг/м}^2\cdot\text{год}$ . Тепловтрати в



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	
		Арк 59 / 9

приміщенні складають  $Q$ , ккал/год., тепловиділення трубопроводами не враховується.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$G$ , ккал/год.	40000	45000	50000	60000	55000	38000	35000	65000	70000	60000
$t_{ноч}$ , °C	+100	+80	+110	+100	+95	+85	+90	+100	+105	+95
$t_{кін}$ , °C	+60	+40	+65	+40	+35	+30	+45	+50	+55	+45

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити різницю між середньою температурою теплоносія в нагрівальному приладі та температурою в приміщенні, °C:

$$\Delta t = \frac{t_{ноч} + t_{кін}}{2} - t .$$

2. Визначити перепад температур теплоносія в нагрівальному приладі, C:

$$\Delta T_{прил} = t_{ноч} - t_{кін} .$$

3. Визначити відносну витрату тепла води на еквівалентний квадратний метр (е.к.м), ккал/год.·е.к.м.:

$$g = \frac{7,98(\Delta t - 10)}{\Delta T_{прил} L} .$$

4. Визначити витрату тепла води на еквівалентний квадратний метр (е.к.м):

$$q_{е.к.м.} = 7,98 (\Delta t - 10) \alpha, \text{ ккал/год.}\cdot\text{е.к.м.}$$

де  $\alpha$  – поправочний коефіцієнт, що залежить від відносної витрати води  $g$  (табл. Д2).

5. Визначити необхідну еквівалентну поверхню приладів, е.к.м.:

$$F_{прил} = \frac{Q}{q_{е.к.м.}} .$$

6. Необхідна кількість секцій радіаторів М-140 дорівнює, шт.:

$$n = \frac{F_{прил}}{f_{е.к.м.}} ,$$

де  $f_{е.к.м.}$  – еквівалентна поверхня однієї секції радіатора;  $f_{е.к.м.} = 0,31 \text{ м}^2$ .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	

## 2. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

### Задача 6

Розрахувати загальне рівномірне освітлення виробничого приміщення за такими даними: розміри приміщення  $A \times B$ , висота  $H$ , коефіцієнти відбиття: стелі  $\rho_{cm} = 70\%$ , стін  $\rho_{cmin} = 50\%$ . Світильник серії Л 201-02 з люмінесцентними лампами, що мають світловий потік  $\Phi_n$ ; кількість ламп у світильнику  $n$ ; довжина світильника  $l$ . Коефіцієнт запасу  $k = 1,3$ ; коефіцієнт нерівномірності освітлення  $z = 1,2$ .

Зробити в масштабі ескіз розташування світильників на плані приміщення (чи його частині) та поперечний розріз.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$A \times B$ , м	15×10	25×15	50×30	70×0	100×50	110×20	50×20	70×30	100×40	30×10
$H$ , м	3,5	4	5	5	6	6	4	5	6	4
Розряд та підрозряд роботи	II-в	III-б	IV-б	II-г	IV-в	IV-г	III-в	III-а	IV-а	III-г
$\Phi_n$ , лм	920	1180	3120	3570	4070	5220	2340	4650	5220	3120
$n$ , шт.	4	4	6	2	4	2	4	2	4	4
$l$ , мм	660	660	1270	1575	1630	1575	1270	1575	1575	1270
$b$ , мм	214	214	354	354	545	354	675	354	354	675

### Вказівки до розв'язання

1. За ДБН В.2.5-28:2018 (табл. Д4) визначити значення мінімальної нормованої освітленості від загального освітлення для розряду та підрозряду зорових робіт, вказаних у завданні.

2. Визначити розрахункову висоту підвісу світильників, м:

$$h = H - (h_{p,n} + h_{зв}),$$

де  $h_{p,n}$  – висота робочої поверхні над підлогою;  $h_{p,n} = 0,8 \div 1,2$  м;

$h_{зв}$  – звис (відстань від стелі до світлового центру світильника), приймають залежно від висоти приміщення  $h_{зв} = 0,2 \div 1,5$  м.

3. Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 11

4. Визначити коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$ , виходячи із значень  $i$  та  $\rho$  за табл. Д5 (для світильників групи 9).

5. Визначити розрахункову необхідну кількість світильників, шт.:

$$N = \frac{E_n S k z}{n \Phi_l \eta},$$

де  $S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup> ( $S = A \cdot B$ );

$\Phi_l$  – світловий потік вибраної лампи, лм;

$k$  – коефіцієнт запасу (табл. Д3);

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

6. Виходячи з розрахункового значення  $N$  і розмірів приміщення  $A$  та  $B$ , визначити оптимальну кількість рядів  $n_p$  та кількість світильників у ряді  $N_p$  з умови приблизної рівності відстаней між рядами і між центрами світильників у ряді. Ряди світильників розташувати паралельно довшій стороні приміщення.

7. Визначити уточнену кількість світильників:

$$N = N_p n_p.$$

8. Визначити фактичну освітленість:

$$E_\phi = \frac{N n \Phi_l \eta}{S k z}, \text{ лк.}$$

9. Визначити відхилення фактичної освітленості від нормованої:

$$\Delta E = \frac{E_\phi - E_n}{E_n} 100 \% ;$$

якщо відхилення  $\Delta E$  більше як +20 % чи -10 %, необхідно відповідно зменшити чи збільшити кількість світильників та перевизначити  $E_\phi$ .

10. Визначити відстань між світильниками у ряді, м:

$$\lambda = A / N_p - l_c.$$

11. Визначити відстань від крайніх світильників до стіни, м:

$$\lambda' = \lambda / 2.$$

12. Визначити відстань між суміжними рядами світильників, м:

$$l_1 = B / n_p - b.$$

13. Визначити відстань між крайніми рядами та стінами, м:

$$l_1' = l_1 / 2.$$

14. Зробити в масштабі ескіз плану приміщення зі світильниками і поперечний розріз.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

## Задача 7

Розрахувати місцеве штучне освітлення точковим методом для монтажних столів, де проводиться робота з деталями. Напруга для люмінесцентних ламп 127 В, а для ламп розжарювання – 36 В. Умовна освітленість  $e$ , що визначається за графіком просторових ізолюкс, для висоти розташування світильника над робочою поверхнею  $h$  і відстані по горизонталі між світильником і розрахунковою точкою  $d = 0,5$  м наведена в таблиці вихідних даних.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Розміри деталей, мм	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0
Підрозряд робіт	$v$	$a$	$b$	$v$	$z$	$a$	$z$	$a$	$v$	$b$
$h$ , м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7
$e$ , лк (для ламп розж.)	105	90	80	70	55	105	90	80	70	80
$e$ , лк (для люмін. ламп)	208	197	188	180	172	208	197	188	180	188

### Вказівки до розв'язання

1. Вибрати тип джерела світла й тип світильника. Для ламп розжарювання використовують світильники типу НКС, для люмінесцентних ламп – типу МЛ.

2. Для заданої характеристики зорової роботи визначити за ДБН В.2.5-28:2018 нормовані значення освітленості для системи комбінованого освітлення  $E_k$  і для системи загального освітлення  $E_z$  (табл. Д4).

3. Визначити освітленість, яку повинен забезпечити світильник місцевого освітлення в системі комбінованого, лк:

$$E_m = E_k - E_z.$$

4. При виборі ламп розжарювання:

а) визначити необхідний світловий потік за формулою, лм:

$$\Phi_{л} = \frac{1000 E_m}{e \mu} k.$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість повітря та старіння ламп (табл. Д3);

$\mu$  – коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості внаслідок багаторазового відбиття у приміщенні та від віддалених світильників; можна прийняти рівним 1,1÷1,2;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	

$e$  – умовна освітленість, що визначається за графіком просторових ізолюкс;

б) за розрахунковим  $\Phi_l$  вибрати відповідну лампу (25, 40, 60, 75, 100 Вт) із табл. Д7.

Якщо  $\Phi_{l(роз)} > \Phi_{l(100)}$ , необхідно прийняти два світильники або застосувати інші типи джерела світла й світильника, які забезпечать необхідну освітленість.

5. При виборі люмінесцентної лампи використовують залежність для визначення необхідної кількості світильників, шт.:

$$N = \frac{1000 E_M k}{n e \mu \Phi_l},$$

де  $n$  – кількість ламп у світильнику, для світильника МЛ  $n = 2$ .

$\Phi$  – світловий потік люмінесцентної лампи потужністю 20 Вт марок: ЛБ – 1180, ЛТБ – 975, ЛХБ – 935, ЛЕЦ – 865, ЛД – 920, ЛДЦ – 820 лм

Якщо потрібно  $N > 2$ , слід прийняти  $N = 2$  і відповідно перерозподілити значення освітленості між світильниками місцевого та загального освітлення зі збереженням рівняння  $E_k = E_z + E_m$ .

6. Навести ескіз (вид збоку) робочого місця працівника й розташування світильника місцевого освітлення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

### 3. ВИРОБНИЧИЙ ШУМ ТА ВІБРАЦІЯ

#### Задача 8

Виконати наступні розрахунки, пов'язані з визначенням рівнів шуму у виробничому приміщенні. Задача має три завдання.

##### Завдання 1

У приміщенні одночасно працюють три установки, рівень звуку яких  $L_i$ , дБА, наведений у таблиці. Визначити загальний рівень звукового тиску та порівняти його з нормованими значеннями (табл. Д8).

Установки	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Перша	76	74	78	75	80	79	84	67	80	70
Друга	80	82	74	79	82	77	78	65	75	82
Третя	68	80	76	74	74	80	73	72	79	78

##### Завдання 2

У виробничому приміщенні протягом зміни рівень звуку складає  $L_i$ , дБА, тривалістю  $t_i = 1, 2, 1, 4$  год. відповідно. Допустимий рівень звуку протягом 8-ми годин  $L_{доп}$ . Визначити еквівалентний рівень звуку в даному приміщенні та зробити висновок про відповідність його нормам ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (табл. Д8).

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$L_i$ дБА	80 77 83 65	80 78 84 60	82 76 80 68	79 84 70 60	81 75 83 70	68 62 65 45	60 63 69 45	67 61 65 53	64 69 55 45	66 60 68 55
$L_{доп}$ , дБА	80	80	80	80	80	65	65	65	65	65

##### Завдання 3

В ізольованому приміщенні працює вентиляційна установка з рівнем звукового тиску  $L$ , дБ. У спектрі шуму переважає частота 1000 Гц. Визначити можливе призначення суміжного приміщення, відділеного суцільною цегляною стіною товщиною  $d$ , см. Поверхнева густина цегляної кладки товщиною 1 м становить  $1640 \text{ кг/м}^2$ .

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$L$ , дБ	120	115	110	105	100	110	105	100	95	90
$d$ , см	52	38	38	25	13	52	38	38	25	13

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 15

### Вказівки до розв'язання

#### Завдання 1

Сумарний рівень шуму при одночасній дії двох шумів із різними рівнями можна визначити з виразу:

$$L = L_1 + \Delta L,$$

де  $L_1$  – більший із двох рівнів, що додаються.

$\Delta L$  – добавка у дБ, що залежить від різниці між двома рівнями (значення її наведені нижче у таблиці).

Різниця рівнів ( $L_1 - L_2$ ), дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	>12
Добавка $\Delta L$ , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0

При кількох джерелах шуму таке додавання виконують послідовно. Спочатку визначають суму рівнів першого й другого джерел (починаючи з більших), а потім отриману суму, вважаючи її рівнем одного рівнозначного джерела, складають із рівнем третього джерела за тією ж формулою. При різниці рівнів двох шумів більше 10 дБ більш інтенсивний з них заглушує менший, оскільки людина не відчуває різницю менше як 0,5 дБ.

#### Завдання 2

Еквівалентний рівень звуку за зміну можна знайти за формулою:

$$L_e = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right);$$

де  $T$  – тривалість зміни, год.;

$L_i$  – рівень звуку протягом  $i$ -того часового інтервалу, дБА;

$t_i$  – тривалість часового інтервалу, протягом якого діє рівень звуку  $L_i$ , год.;

$n$  – кількість часових інтервалів дії різних рівнів шуму.

Для спрощення операції зведення в дробовий степінь можна записати показник степеня у вигляді суми:  $0,1L_i = p + g$ , тоді  $10^{0,1L_i} = 10^p \cdot 10^g$ , де “ $p$ ” буде становити цілу частину показника, а “ $g$ ” – дробову. Значення  $10^g$  можна визначити за табл.:

$g$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$10^g$ (округлене)	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 16

### Завдання 3

1. Маса 1 м<sup>2</sup> огороження з цегли, кг/м<sup>2</sup>:

$$m = 1640 \text{ д.}$$

2. Звукоізолюючу здатність  $R$ , дБ, однорідної цегляної стіни для частоти звуку 1000 Гц можна визначити за формулами:

$$R = 23 \cdot \lg m - 5 \text{ (для } m > 1000 \text{ кг/м}^2\text{);}$$

$$R = 22 \cdot \lg m - 12 \text{ (для } m = 100 \div 1000 \text{ кг/м}^2\text{)}$$

3. Рівень звукового тиску безпосередньо за стіною у суміжному приміщенні:

$$L' = L - R, \text{ дБ.}$$

4. Зробити висновок щодо можливого використання суміжного приміщення, порівнюючи  $L'$  з нормованими значеннями рівнів звукового тиску  $L_{1000}$  за ДСН 3.3.6.037-99 для приміщень різного призначення (табл. Д8).

### Задача 9

Розрахувати звукоізолюючий кожух із плоскими гранями для машини з розмірами: довжина  $l$ , ширина  $b$ , висота  $h$ . У кожусі передбачити два протилежних отвори розмірами 0,15 × 0,2 м, а також засклеєне оглядове вікно розміром 0,2 × 0,2 м. Розрахункова точка (робоче місце оператора) знаходиться на відстані  $r = 2$  м від поверхні машини.

Октавні рівні звукового тиску  $L$  машини, що ізолюється, та звукоізолююча здатність кожуха  $\Delta L_k$  наведені в розрахунковій таблиці. Площу кожуха  $S_k$  прийняти рівною двом площам джерела шуму  $S_{дж}$ . Конструкція кожуха – два сталевих листи: перфорований, товщиною 1 мм, і суцільний, товщиною 5 мм, між ними – мінераловатна плита товщиною 100 мм.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$l$ , м	3	3	4	2	3	3	3	4	4	3
$b$ , м	1	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2
$h$ , м	2	2,5	1,8	2	1,5	2	2	2,5	2,2	1,8

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити допустимі рівні звукового тиску для постійних робочих місць у виробничих приміщеннях за ДСН 3.3.6.037-99 (табл. Д8).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

2. Всього розрахунків звести у наступну таблицю:

Величина, дБ	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L$	90	110	120	120	120	115	105	100
$L_{дон}$								
$10 \lg S$								
$\Delta L_n$								
$10 \lg(S_K/S_{ож})$								
$R_{к.п.}$								
$\Delta L_K$	15	28	41	51	55	56	52	55
$L_{ф}$								
$\Delta L_{ел}$								

3. Визначити уявну площу поверхні, що оточує машину і проходить через розрахункову точку:

$$S \approx 2(h+r)(l+r) + 2(h+r)(b+r) + (b+r)(l+r).$$

4. Визначити необхідне зниження рівня звукового тиску в октавних смугах частот:

$$\Delta L_n = L - 10 \lg S - L_{дон} + 5, \text{ дБ.}$$

5. Визначити площі поверхонь джерела шуму й кожуха:

$$S_{ож} = 2hl + 2hb + bl, \text{ м}^2;$$

$$S_K = 2S_{ож}, \text{ м}^2.$$

6. Визначити необхідну звукоізолюючу здатність стінок кожуха:

$$R_{к.п.} = \Delta L_n + 10 \lg \frac{S_K}{S_{ож}}.$$

7. Порівняти  $R_{к.п.}$  з  $\Delta L_K$  та зробити висновок.

8. Визначити рівень шуму в розрахунковій точці після установки кожуха:

$$L_{ф} = L - \Delta L_K.$$

9. Глушники шуму, вбудовані в отвори кожуха, мають бути ефективністю не нижче  $R_{к.п.}$  (табл. Д9).

### Задача 10

Розрахувати гумовий віброізолятор кубічної форми для стаціонарної машини при її установці на бетонну підлогу.

Вихідні дані:

$P$  – силове навантаження на кожний з чотирьох віброізоляторів, Н;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 18

$E_{дин}$  – динамічний модуль пружності гуми, Н/см<sup>2</sup> ;

$\sigma$  – допустиме робоче навантаження гуми, Н/см<sup>2</sup>;

$f$  – частота збуджувальної сили, Гц.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P$ , Н	700	750	800	850	900	950	1000	1100	1200	1300
$E_{дин}$ , Н/см <sup>2</sup>	195	283	337	346	610	662	810	2420	1510	3040
$\sigma$ , Н/см <sup>2</sup>	15	17	50	18	25	30	32	35	40	45
$f$ , Гц	190	200	192	220	285	268	273	723	679	583

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити поперечний розмір віброізолятора  $A$  і його висоту  $h$ , см:

$$A = \sqrt{P/\sigma}; \quad h = A.$$

2. Визначити робочу висоту віброізолятора:

$$h_p = h - A / 8.$$

3. Визначити жорсткість віброізолятора у вертикальному напрямку, Н/см:

$$K_z = E_{дин} A^2 / h_p.$$

4. Визначити статичне осідання віброізолятора, см:

$$x_{cm} = P / K_z.$$

5. Визначити частоту власних коливань віброізолюваної машини, Гц:

$$f_0 = 5 / \sqrt{x_{cm}}$$

6. Визначити коефіцієнт відношення частот  $\psi$  (рекомендується  $\psi \geq 3$ ):

$$\psi = f / f_0$$

Якщо  $\psi$  виявиться менше трьох, тоді вибрати тип гуми з меншим  $E_{дин}$  (див. табл. вихідних даних) і повторити розрахунок із п. 3.

7. Визначити ефективність віброізоляції, дБ:

$$\Delta L = 40 \lg (f / f_0) \text{ (округлити до одиниць).}$$

### Задача 11

Розрахувати пружинний амортизатор для стаціонарної машини при встановленні її на фундаментну плиту масою, що дорівнює масі машини. Модуль зсуву матеріалу пружини  $G = 7,8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>. Діаметр дроту

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

пружини  $d = 2,4 \cdot 10^{-2}$  м. Прийняти коефіцієнт відношення частот  $\psi = f/f_0 = 3,5$ .

Вихідні дані :

$m_1$  – маса машини, кг;

$m_2$  – маса фундаментної плити, кг;

$K$  – кількість амортизаторів, шт.;

$D$  – діаметр пружини м;

$f$  – частота змушених коливань, Гц;

$V_m$  – амплітуда віброшвидкості, м/с.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$m_1$ ( $m_2$ ), кг	1000	1200	1600	800	2000	2000	2200	2400	1800	2600
$K$ , шт.	4	4	4	4	6	6	4	6	4	6
$D$ , м	0,22	0,18	0,28	0,24	0,16	0,20	0,22	0,22	0,18	0,26
$f$ , Гц	44	32	16	22	50	40	32	60	50	44
$V_m$ , м/с	0,0038	0,0034	0,0032	0,0042	0,0032	0,0033	0,0040	0,0036	0,0034	0,0032

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити необхідну власну частоту коливань на амортизаторах, Гц:

$$f_0 = f/\psi.$$

2. Визначити необхідну жорсткість амортизаторів, Н/м:

$$C = 9,8 f_0^2 m_1 m_2 / (m_1 + m_2).$$

3. Визначити оптимальну кількість витків пружини, витків:

$$i = G d^4 K / (8 C D^3).$$

4. Визначити коефіцієнт передачі:

$$\mu = 1 / [(f/f_0)^2 - 1].$$

5. Визначити середньоквадратичне значення віброшвидкості машини без амортизаторів  $V_1 = V_m / \sqrt{2}$  та з амортизаторами  $V_2 = \mu \cdot V_1$ , м/с.

6. Визначити логарифмічні рівні віброшвидкості машини без амортизаторів і з амортизаторами, дБ:

$$L_1 = 20 \lg (V_1/V_0); \quad L_2 = 20 \lg (V_2/V_0),$$

де  $V_0$  – порогове значення віброшвидкості,  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

7. Отримані значення і рівні віброшвидкості порівняти з допустимими за табл. Д10, зробити висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 20

## 4. ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

### Задача 12

Виконати розрахунки, пов'язані із захистом від іонізуючих випромінювань. Задача складається з двох завдань.

**Завдання 1.** Для контролю якості зварних швів відповідальних металоконструкцій застосовують гамма-дефектоскопи. Установлено, що дефектоскопіст найбільшому опроміненню піддається у ділянці таза (гонад). Потрібно визначити обсяг допустимої роботи на день при шестиденному й п'ятиденному робочому тижні.

Вихідні дані:

а) відповідно до норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), гранично допустима доза зовнішнього опромінення персоналу в ділянці гонад ( $D_{гдд}$ ) дорівнює 50 мЗв/рік, що становить 0,17 мЗв/рік при шестиденному і 0,20 мЗв/рік при п'ятиденному робочому тижні;

б) доза опромінення дефектоскопіста при установці дефектоскопа й підготовці до просвічування –  $D_y$ , мкЗв;

в) доза опромінення дефектоскопіста при просвічуванні одного шва –  $D_{пр}$ , мкЗв;

г) доза опромінення дефектоскопіста при переміщенні до наступного зварного шва –  $D_{пер}$ , мкЗв.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$D_y$	10,5	11,5	13	14	15	9,5	11,5	13	10,5	12
$D_{пр}$	3,6	4	5	6	6,5	4	3,6	4	5	4
$D_{пер}$	0,1	0,15	0,2	0,3	0,2	0,35	0,2	0,15	0,35	0,1

\* По варіанту 1 – фактичні заміряні дози опромінення.

### Вказівки до розв'язання завдання 1

Допустимий об'єм роботи дефектоскопіста на день, тобто кількість швів при їх просвічуванні  $n$ , можна визначити з формули для визначення фактичної дози опромінення, підставивши  $D_{гдд}$  на місце  $D$ :

$$D = 2 D_y + n (D_{пр} + 2 D_{пер}).$$

**Завдання 2.** Точкове ізотропне джерело  $Co^{60}$  (енергія гамма-випромінювання  $h\nu = 1,25$  МеВ) знаходиться у свинцевому контейнері.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	

Визначити необхідну товщину стінок контейнера, при якій доза опромінення не буде перевищувати допустиму.

Вихідні дані:

$C$  – активність джерела, Кі;

$t$  – час знаходження робітника на робочому місці протягом робочого дня;  $t = 8$  год.;

$R$  – відстань від джерела до робочого місця, м;

$D_{гдд}$  – гранично допустима доза опромінення, мЗв/добу;

$D_{гдд} = 0,17$  (1 мЗв = 0,114 Р для  $\gamma$ -випромінення у повітрі).

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$C, \text{Кі}$	5,4	2,7	1,35	1,35	5,4	2,7	1,35	2,7	1,35	5,4
$R, \text{м}$	1,5	2	2	1,5	2	2,5	3,5	3	1	1

### Вказівки до розв'язання завдання 2

1. Визначити експозиційну дозу за добу, Р:

$$D_e = C P_\gamma t / R^2 = C \cdot 10^3 P_\gamma t / (R^2 \cdot 10^4) = 0,1 C P_\gamma t / R^2,$$

де  $P_\gamma = 12,9 \text{ Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{год} \cdot \text{мКі})$  – гамма-стала ізотопу  $\text{Co}^{60}$ .

2. Визначити дозу опромінення робітника за добу, мЗв:

$$D = D_e / 0,114.$$

3. Визначити необхідну кратність послаблення дози:

$$K = D / D_{гдд}.$$

4. Визначити товщину стінки свинцевого контейнера, яка відповідатиме визначеному значенню  $K$ , за рис. Д1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 22

## 5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

### Задача 13

Розрахувати товщину та ефективність суцільного екрана циліндричної форми зі сталі радіусом  $R = 0,3$  м для індуктора електромагнітної термоустановки. Магнітна проникність сталі  $\mu = 72 \cdot 10^6$  Г/м; питома електрична провідність  $\gamma = 0,1 \cdot 10^8$  См/м. Відстань від індуктора до робочого місця  $X = 1$  м.

За санітарними нормами гранично допустимий рівень (ГДР) для частот  $40 \div 60$  кГц становить: для магнітної напруженості поля  $H_{ГДР} = 5$  А/м, для електричної напруженості –  $E_{ГДР} = 50$  В/м.

Вихідні дані:

$f$  частота електромагнітного поля, Гц;

$a$  радіус котушки, м;

$n$  кількість витків котушки;  $n = 200$ ;

$I$  сила струму в котушці, А.

Вихідні дані	Варіанти умов залячі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$f$ , кГц	40	46	50	44	54	42	60	48	60	58
$a$ , м	0,08	0,09	0,12	0,10	0,13	0,11	0,08	0,09	0,10	0,12
$I$ , А	280	300	380	330	360	340	260	320	290	350

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити магнітну напруженість на робочому місці за відсутності екрана, А/м:

$$H_x = \beta n I a^2 / (4x^2),$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що визначається співвідношенням  $X/a$ : при  $X/a > 10$   $\beta = 1$ , при  $X/a < 10$   $\beta = 1,4$ .

2. Визначити електричну напруженість на робочому місці при відсутності екрана, В/м:

$$E_x = \beta n I a^2 / (2 \pi f x^3).$$

Якщо  $E_x < E_{ГДР}$ , у подальшому розрахунку  $E_x$  не враховується.

3. Необхідна ефективність екранування на робочому місці за складовими поля (прийняти більше значення):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

$$\varepsilon = H_x / H_{ГДР}; \quad \varepsilon' = E_x / E_{ГДР}$$

4. Необхідна товщина екрана при граничній мінімальній ефективності:

$$d_p = \frac{1000 \ln \varepsilon}{\sqrt{\pi f \mu \gamma}},$$

при  $d_p < 1$  мм із конструктивних міркувань приймають  $d = 1$  мм.

5. Визначити фактичну ефективність екранування при прийнятій товщині екрана:

$$\varepsilon_{\phi} = e^{d \sqrt{\pi f \mu \gamma}}.$$

### Задача 14

Визначити необхідну товщину суцільного екрана з алюмінію для робочого місця, розташованого на відстані  $r$ , м, від антени направлено випромінювання, радіус якої  $R$ , м, потужність випромінювання  $P$ , Вт, частотою  $f$ , МГц. Коефіцієнт, що враховує конструкцію антени  $k = 8$ , коефіцієнт ефективності антени  $\eta = 0,7$ .

Час перебування персоналу в зоні випромінювання  $T = 6$  год. Гранично допустиме енергетичне навантаження за робочий день  $E_{НГДР} = 2$  Вт·год/м<sup>2</sup> (за ДСанПіН 3.3.6.096-2002).

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$r$ , м	10	15	20	22	25	30	33	35	40	41
$R$ , м	1	2	3	4	5	5,5	2	3	4	2
$P$ , Вт	200	300	400	500	450	350	450	550	600	650
$f$ , МГц	10000	12000	13000	17000	15000	16000	17000	18000	15000	20000

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити довжину електромагнітної хвилі:

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ м}$$

2. З'ясувати, чи знаходиться дане робоче місце у дальній зоні випромінювання, порівнявши відстань від антени  $r$  із радіусом дальньої зони  $r_{\partial,3} \geq (2R)^2/\lambda$ .

3. Визначити гранично допустимий рівень (ГДР) густини потоку енергії (ГПЕ):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	
		Арк 59 / 24

$$ГПЕ_{ГДР} = \frac{E_{ГДР}}{T}, \text{ Вт/м}^2.$$

4. Визначити ефективну площу антени:

$$S_e = \eta \cdot S = \eta \cdot \pi \cdot R^2, \text{ м}^2.$$

5. Визначити коефіцієнт підсилення антени:

$$\sigma_a = \frac{k \cdot S_e}{\lambda^2}.$$

6. Визначити інтенсивність ГПЕ на робочому місці:

$$\psi = \frac{P \cdot \sigma_a}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \text{ Вт/м}^2.$$

7. Визначити необхідну ефективність екранування:

$$G = \frac{\psi}{ГПЕ_{ГДР}}.$$

8. Визначити необхідну товщину екрана:

$$d = \frac{1000 \cdot \ln G}{\sqrt{\pi f \mu \nu}},$$

де  $\mu$  – абсолютна магнітна проникність матеріалу екрана, Гн/м;  
для алюмінію  $\mu = 1,000023 \cdot 10^{-6}$  Гн/м.

$\nu$  – питома електрична провідність матеріалу, См/м; для алюмінію  
 $\nu = 0,40 \cdot 10^8$  См/м.

Якщо  $d < 1$  мм, то з конструктивних міркувань приймають  $d = 1$  мм.

## Задача 15

Виконати розрахунок системи захисту зануленням від ураження працівників електричним струмом на підприємстві.

Внутрішня електромережа приміщення – чотиридротова з лінійною напругою 380 В і нульовим захисним провідником. Площа перерізу  $S$  фазних і нульового провідників прийнята однаковою, матеріал – мідь (або алюміній), трансформатор з активним опором  $R_{TP} = 0,2$  Ом, питомий вимірний опір ґрунту  $\rho_{вим}$ , Ом·м. Найбільший допустимий опір заземлення нейтралі трансформатора за “Правилами будови електроустановок”  $R_3 = 4$  Ом.

Заземлювачі – сталеві труби довжиною  $l = 2,5$  м і зовнішнім діаметром  $d = 0,04$  м, з’єднувальна шина шириною  $b$ , см, розташування



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	

вертикальних заземлювачів у прямокутнику  $A \times B = 30 \times 70$  м, глибина закладання заземлювального пристрою  $h = 0,7$  м.

Кліматичний коефіцієнт ґрунтів при їхній середній вологості  $\varphi_2$ .

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ґрунт	пісок	супісок	суглинок	глина	чорнозем	пісок	суглинок	суглинок	пісок	супісок
$\rho_{вим}, Ом \cdot м$	310	280	200	90	100	380	150	250	410	350
$\varphi_2$	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5
$b, см$	2	3	4	2	3	4	2	3	4	4

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м:

$$\rho_p = \rho_{вим} \varphi_2 \cdot$$

2. Визначити відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача, м:

$$t = (l / 2) + h.$$

3. Визначити опір розтікання струму одного вертикального заземлювача, Ом:

$$R_{од} = \frac{\rho_p}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right).$$

4. Визначити орієнтовно кількість вертикальних заземлювачів:

$$n' = \frac{R_{од}}{R_3}.$$

5. Визначити орієнтовно відстань між трубами  $a$ , м, при розташуванні їх по контуру приміщення й відношення  $m$  відстані між ними до довжини труб:

$$a = \frac{(2A + 2B)}{n'}; \quad m = a / l.$$

6. Визначити коефіцієнт використання стержневих заземлювачів  $\eta_{ст}$  залежно від кількості труб  $n'$  та значення  $m$  (табл. Д11).

7. Визначити необхідну кількість заземлювачів з урахуванням  $\eta_{ст}$ :

$$n = \frac{R_{од}}{R_3 \eta_{ст}}.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 26

8. Визначити опір заземлювального пристрою без урахування опору штаби, Ом:

$$R_{cm} = \frac{R_{од}}{n \eta_{cm}}$$

9. Визначити опір розтікання струму з'єднувальної штаби з урахуванням коефіцієнта використання  $\eta_{ш}$  за визначеного  $m$  (табл. Д12), Ом:

$$R_{ш} = \frac{\rho_p}{2\pi L \eta_{ш}} \ln \frac{2L^2}{bh}$$

де  $L$  – довжина штаби, тобто периметр заземлювального пристрою.

10. Загальний опір заземлювального пристрою, Ом; ( $R \leq R_3$ ):

$$R = \frac{R_{cm} R_{ш}}{R_{cm} + R_{ш}}$$

11. Визначити силу струму короткого замикання  $I_K$ , А :

$$I_K \geq 3 I_{ном}$$

де  $I_{ном} = 50$  А – номінальний струм плавкої вставки запобіжника.

12. Найбільший можливий опір нульового провідника, Ом:

$$R_H = \frac{U_\phi - I_K R_{TP}}{2I_K}$$

де  $U_\phi$  – фазна напруга в мережі, В.

13. Визначити найменшу необхідну площу перерізу нульового провідника за формулою, мм<sup>2</sup>:

$$S = \frac{\rho_n l_n}{2R_H}$$

де  $l_n$  – довжина петлі фаза-нуль,  $l_n = 110$  м;

$\rho_n$  – питомий опір провідників: із міді  $\rho_n = 0,018$  Ом·мм<sup>2</sup> /м, з алюмінію –  $\rho_n = 0,028$  Ом·мм<sup>2</sup> /м.

## Задача 16

Розрахувати захисний заземлювальний пристрій контурного типу в електроустановці напругою до 1000 В. Як електроди-заземлювачі прийняти сталеві труби довжиною  $l = 2$  м і діаметром  $d = 0,05$  м, з'єднані між собою сталевією штабою шириною  $b = 0,04$  м. Заглиблення верхнього кінця труб і з'єднувальної штаби  $h = 0,7$  м. Крок заземлювачів прийняти рівним  $a = 6$  м, коефіцієнт використання верти- кальних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

заземлювачів  $\eta_{cm} = 0,75$ , з'єднувальної штаби –  $\eta_{ш} = 0,67$ . Прийняти опір ізоляції фазного дроту відносно землі  $r = 150$  Ом. Значення розрахункового питомого опору ґрунту  $\rho_p$ , Ом·м, наведені в таблиці. Найбільше допустиме значення опору заземлення  $R_3 = 4$  Ом.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ґрунт	глина	глина	суглинок	суглинок	чорнозем	чорнозем	супісок	супісок	пісок	пісок
$\rho_p$ , Ом·м	150	190	300	270	290	240	350	400	450	500
$R_{вз}$ , кОм	0,2	40	0,4	80	0,6	100	1,0	20	4,0	200
$R_n$ , кОм	0,02	0,08	0,2	20	0,4	0,01	5,0	0,6	2,0	0,04

### Вказівки до розв'язання

1. Навести принципову електричну схему мережі з ізолюваною нейтраллю зі схемою захисного заземлення.
2. Визначити відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача, м:

$$t = (l / 2) + h.$$

3. Визначити опір розтіканню струму одиночного стержневого заземлювача, Ом:

$$R_{од} = \frac{\rho_p}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right).$$

4. Визначити необхідну кількість стержневих заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання  $\eta_{cm}$ :

$$n = \frac{R_{од}}{R_3 \eta_{cm}}.$$

5. Визначити опір розтікання струму з'єднувальної штаби з урахуванням коефіцієнта використання  $\eta_{ш}$ , Ом:

$$R_{ш} = \frac{\rho_p}{2\pi L \eta_{ш}} \ln \frac{2L^2}{bh}.$$

6. Визначити загальний опір заземлювального пристрою, Ом:

$$R = \frac{R_{cm} R_{ш}}{R_{cm} + R_{ш}}; (R \leq R_3).$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 28

Якщо  $R$  буде меншим як  $0,8 R_3$ , варто зменшити відповідно кількість труб і повторити розрахунок із п. 4.

7. Навести ескіз розрахованого пристрою у двох проєкціях.

8. Визначити силу струму, що проходить через тіло людини  $I_l$  при дотику її до корпусу електрообладнання у разі замикання фази на корпус за наявності і за відсутності заземлення та зробити висновок:

$$I_l = 3U_{\phi} / (3R_l + r + R_l r / R)$$

$$I_l = 3U_{\phi} / (3R_l + r/3),$$

де  $U_{\phi} = 220$  В – фазна напруга в мережі;

$R_l$  – опір ланцюга людини, Ом;  $R_l = R_m + R_e + R_n$ , (де  $R_m = 1$  кОм – опір тіла людини;  $R_e$  – опір підшви взуття;  $R_n$  – опір підлоги).

### Задача 17

Визначити значення струму в мА, що протікає через тіло людини, при контакті з одним оголеним дротом трьохфазної мережі у варіантах:

- із заземленою нейтраллю;
- із ізольованою нейтраллю.

Розглянути випадки роботи мереж у нормальному й аварійному режимах (при замиканні однієї з фаз, якої не торкається людина, на землю). Напруга живлячого трансформатора  $U = 380/220$  В. Опір заземлення нейтралі  $R_0 = 4$  Ом. Опір ізоляції кожної з фаз відносно землі у нормальному режимі  $r$ . Додаткові дані для розрахунку наведені в таблиці.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_{m,l}$ , кОм	1,0	0,9	1,1	0,95	1,05	0,8	0,85	0,9	1,0	0,95
$R_{e3}$ , кОм	1,5	7,5	0,5	10	25	2,0	0,7	1,0	40	5,0
$R_n$ , кОм	1,4	50	22	80	15	1,5	0,5	2,0	4	30
$r$ , кОм	300	500	600	100	450	200	400	250	350	400
$R_{3M}$ , кОм	0,03	0,04	0,08	0,07	0,01	0,008	0,02	0,002	0,008	0,004

### Вказівки до розв'язання

- Опір ланцюга людини  $R_l = R_m + R_{e3} + R_n$ ,  
де  $R_m$  – опір тіла людини;  $R_{e3}$  – опір підшви взуття;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 29

$R_n$  – опір поверхні підлоги.

2. Струм через людину при доторканні до фази в нормальному режимі роботи мережі, А:

а) із заземленою нейтраллю:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} + R_0} .$$

б) з ізольованою нейтраллю:

$$I_{л} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{л} + r} .$$

3. Струм через людину при доторканні до фази в аварійному режимі роботи мережі, А:

а) із заземленою нейтраллю:

$$I_{л} = U_{\phi} \frac{R_{зМ} + R_0 \sqrt{3}}{R_{зМ} R_0 + R_{л} (R_{зМ} + R_0)} ,$$

де  $R_{зк}$  – опір замикання фазного дроту на землю.

б) з ізольованою нейтраллю:

$$I_{ч} = \frac{\sqrt{3} U_{\phi}}{R_{л} + R_{зМ}} .$$

Розв'язання задачі має супроводжуватися схемами, поясненнями й висновками про значення струму, що протікає через людину.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 30

## 6. ПОСУДИНИ ПІД ТИСКОМ

### Задача 18

Виконати наступні розрахунки, пов'язані з безпекою при експлуатації посудин, що працюють під тиском. Задача складається з трьох завдань, вихідні дані для яких наведені у загальній таблиці.

**Завдання 1.** Компресор подає повітря тиском  $P_2$ , кПа, при атмосферному його тиску  $P_1 = 98$  кПа та температурі  $T_1 = 290$  К. У компресорі застосовується компресорне мастило марки 12 (М) із температурою спалаху  $T_{сп}$  не нижче  $216$  °С.

Відповідно до правил будови та безпеки експлуатації повітряних компресорів різниця між температурою спалаху мастила і температурою стиснутого повітря для запобігання можливості вибуху має бути не менше  $75$  °С. Визначити температуру стиснутого повітря та зробити висновок щодо можливості вибуху.

**Завдання 2.** Повітрозбірник компресора має об'єм  $V$ , м<sup>3</sup>, і розрахований на тиск  $P_2$ , кПа. Визначити потужність можливого вибуху повітрозбірника, приймаючи час дії вибуху  $t = 0,08$  с.

**Завдання 3.** Відбувся вибух балона з ацетиленом. Визначити, при якому тиску це сталося, якщо: товщина стінки балона  $S = 0,4$  см; внутрішній діаметр балона  $D_e = 200$  мм; матеріал – сталь із допустимим опором на розтяг  $\sigma_p$  (для ст. 20 при температурі  $20$  °С  $\sigma_p = 147$  МПа). За чинними нормами граничний робочий тиск у балоні має бути  $2942$  кПа.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P_2$ , кПа	800	600	500	1200	1100	1000	700	800	1200	1000
$V$ , м <sup>3</sup>	2.4	1,6	3	1.0	1,5	2	3,5	2.5	2	3
$\sigma_p$ , МПа	147	120	140	162	175	155	130	155	140	125

### Вказівки до розв'язання

#### Завдання 1

1. Визначити температуру стиснутого повітря за формулою, К:

$$T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{(m-1)}{m}},$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 31

де  $T_1$  – абсолютна температура повітря до стиску, К;  
 $m$  – показник політропи (для повітря  $m = 1,41$ ).

2. Перевірити дотримання умови  $T_{сн} - T_2 \geq 75$  К та зробити висновок щодо необхідності охолодження компресора (чи можливості його експлуатації без охолодження).

### Завдання 2

1. Визначити енергію вибуху повітрозбірника за формулою, Дж:

$$A = \frac{V \cdot P_2}{m - 1} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right],$$

де  $V$  – об'єм повітрозбірника, м<sup>3</sup>;  
 $P_1$  – атмосферний тиск, кПа;  
 $P_2$  – тиск у повітрозбірнику, кПа.

2. Визначити потужність вибуху за формулою, кВт:

$$N = \frac{A}{(102 \cdot t)}.$$

### Завдання 3

1. Тиск  $P$ , кПа; при якому відбувся вибух балона, можна визначити, скориставшись формулою для розрахунку необхідної мінімальної товщини стінки при відомому тиску

$$\left\{ S = \frac{P \cdot D_g}{2 \sigma_p \cdot \varphi} + C \right\}, \text{ розв'язавши її відносно } P:$$

$$P = \frac{2 \sigma_p \cdot \varphi (S - C)}{D_g}.$$

У цій формулі:

$D_g$  – внутрішній діаметр балона, см;

$\varphi$  – коефіцієнт міцності (для безшовних труб  $\varphi = 1$ );

$C$  – добавка на мінусові допуски товщини стінки ( $C = 0,15$  см)

2. Зробити висновок із порівняння обчисленого значення тиску з граничним робочим тиском за нормами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 32

## 7. БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

### Задача 19

Розрахувати зрізний запобіжний пристрій, що з'єднує муфти між двома співвісно розташованими валами – ведучим та веденим. Матеріал зрізного штифта – сталь марки 45 із межею міцності  $\sigma_p = 650 \text{ Н/мм}^2$ , відносним подовженням  $\delta_s = 16 \%$ . Діаметр ведучого валу –  $d_6$ , мм; граничний крутячий момент на валі, при якому штифт має руйнуватися –  $M_{zp}$ , кН·м

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$M_{zp}$ , кН·м	15	20	30	50	110	140	185	370	530	900
$d_6$ , мм	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48

#### Вказівки до розв'язання

1. Визначити радіус розташування осі штифта, мм:

$$R = 0,75 d_6 + 15.$$

2. Визначити значення коефіцієнта пропорційності між межею міцності на зріз і межею міцності на розтяг  $K_0 = \tau_{zp}/\sigma_p$ .

При  $\delta_s = 16 \%$  і діаметрі штифтів  $d = 2 \div 3$  мм  $K_0 = 0,80 \div 0,78$ , при  $d = 4 \div 5$  мм  $K_0 = 0,72 \div 0,70$ , при  $d = 6 \div 8$  мм  $K_0 = 0,68$ .

Оскільки  $K_0$  залежить від діаметра штифта, можна попередньо прийняти  $K_0 = 0,72$  (для гладкого штифта).

3. Визначити наближене значення діаметра гладкого штифта, мм:

$$d' = \sqrt{\frac{4M_{zp}}{\pi R K_0 \sigma_p}}.$$

Для  $d'$  за довідковими даними п. 2 прийняти більш точне значення  $K_0$  і повторно обчислити  $d'$ .

3 урахуванням допустимого відхилення (для якості ІТ7 відповідно діаметрам: від 1 до 3 мм – 10 мкм, більше 3 до 6 мм – 12 мкм, більше 6 до 10 мм – 15, більше 10 мм – 18 мкм) отримаємо остаточно

$$d = d' - \text{ІТ7}.$$

4. Визначити діаметр отвору під штифт у втулках, мм:

$$d_0' = 1,02 d.$$



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	

Оскільки допустиме відхилення на отвір установлюється за IT8 (допуск у мкм за IT8 для інтервалів діаметрів: від 1 до 3 мм – 14, 3 – 6 мм – 18, 6 – 10 мм – 22, 10 – 18 мм – 27), остаточно отримаємо:

$$d_0 = 1,02 d + IT8.$$

5. Визначити зовнішній діаметр втулок  $d_3$ , а також діаметр отворів під втулки  $d_6$  у напівмуфтах залежно від діаметра вала з урахуванням допусків за IT7:

$$d_3 = d'_n - IT7; \quad d_6 = d'_n + IT7,$$

( $d'_n$  дорівнює 10, 15, 25, 40 мм для “ $d$ ” відповідно 1,5÷2, 3÷5, 6÷10, 13÷18 мм).

6. Інші розміри запобіжного пристрою приймають також за відомим діаметром зрізного штифта.

7. Можлива зміна значення крутячого моменту при спрацюванні запобіжного пристрою, Н·м:

$$\Delta M_{зр.} = \pm \delta \cdot M_{зр.};$$

де  $\delta = 0,092$  – середня квадратична похибка крутячого моменту при руйнуванні штифта.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

## 8. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

### Задача 20

У виробничому приміщенні як розчинник застосовується ацетон. Допускається, що в результаті аварії ацетон може пролитися на підлогу і випаруватися. Аварійна вентиляція не працює. Температура повітря у приміщенні  $t = +25^\circ\text{C}$ , швидкість руху повітря  $v = 0,25\text{ м/с}$ .

Хімічна формула ацетону  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , молекулярна маса  $M = 58,08$ , температура спалаху  $t_{\text{сп}} = -18^\circ\text{C}$ , нижня об'ємна концентраційна межа спалахування  $k_{\text{об}} = 2,9\%$ , питома густина ацетону  $\rho = 0,8\text{ кг/л}$ , тиск насиченої пари при  $t = 25^\circ\text{C}$   $P_n = 32,8\text{ кПа}$ .

Визначити категорію приміщення за вибухопожежною небезпекою.

Вихідні дані:

$G$  – кількість пролитого ацетону, кг;

$V_{\text{пр}}$  – геометричний об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$m$  – частка вільного об'єму приміщення, не зайнятого виробничим устаткуванням та іншим обладнанням.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$G$ , кг	10	25	15	12	18	19	13	18	20	15
$V_{\text{пр}}$ , $\text{м}^3$	700	3000	2500	1300	1500	2100	2000	1500	1800	1100
$m$	0,85	0,7	0,75	0,8	0,6	0,55	0,75	0,8	0,7	0,65

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити інтенсивність випаровування ацетону:

$$W = 10^{-6} \eta \sqrt{M} P_n, \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2),$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, значення якого залежить від температури повітря та швидкості його руху, [17, табл. 6.3]; для  $v = 0,25\text{ м/с}$  і  $t = 25^\circ\text{C}$   $\eta = 3,7$ .

2. Визначити об'єм пролитого ацетону, л:

$$U = \frac{G}{\rho}.$$

3. Визначити площу поверхні підлоги, яку займає ацетон (1 л індивідуальної речовини займає площу  $F_l = 1\text{ м}^2$ ),  $\text{м}^2$ :

$$F = U \cdot F_l.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 35

4. Визначити час повного випаровування пролитого ацетону, с:

$$\tau = \frac{G}{W F} .$$

5. Визначити вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{в}} = m V_{\text{пр}} .$$

6. Визначити об'єм грам-молекули парів при температурі повітря +25 С (об'єм грам-молекули парів при  $T = 273 \text{ К}$  і  $P = 101 \text{ кПа}$  дорівнює  $V_0 = 22,4 \text{ л}$ ), л:

$$V_t = \frac{V_0(T+t)}{T} .$$

7. Визначити густину парів ацетону при досягненні нижньої концентраційної межі спалахування, г/л (кг/м<sup>3</sup>):

$$\rho_n = \frac{k_{\text{об}} M}{100 V_t} .$$

8. Визначити стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції згорання парів ацетону:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} ,$$

де  $n_C, n_H, n_O, n_X$  – кількість атомів С, Н, О і галоїдів у формулі горючої речовини.

9. Визначити стехіометричну концентрацію парів ацетону, %:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta} .$$

10. Визначити розрахунковий надлишковий тиск, кПа:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{G z}{V_{\text{в}} \rho_n} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{k_n} ,$$

де  $P_{\text{max}}$  – максимальний тиск вибуху стехіометричної суміші у замкненому об'ємі. У разі відсутності даних допускається приймати  $P_{\text{max}} = 900 \text{ кПа}$ ;

$P_0$  – початковий тиск, кПа (допускається приймати рівним 101 кПа);

$G$  – маса рідини, що випарувалася у приміщенні внаслідок аварії;

$z$  – коефіцієнт участі горючої речовини у вибуху; для ацетону  $z = 0,3$  [17, табл. 6.2] ;

$k_n$  – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення та неадіабатичність процесу горіння; допускається приймати  $k_n = 3$ .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

11. Зробити висновок щодо категорії приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою [17, табл. 6.1].

**Примітка:** для ацетону при  $\Delta P > 5$  кПа приміщення належить до вибухопожежонебезпечної категорії А, при  $\Delta P < 5$  кПа – до пожежонебезпечної категорії В.

### Задача 21

У виробничому приміщенні був пролитий бензин А-76. Визначити час, протягом якого він випаровується й утворюється вибухонебезпечна концентрація парів бензину в повітрі.

Вихідні дані

$Q$  – кількість пролитого бензину, л;

$t$  – температура у приміщенні;  $t = 20$  °С;

$r$  – радіус калюжі бензину, см;

$P_{атм}$  – атмосферний тиск у приміщенні;  $P_{атм} = 0,1$  мПа (760 мм рт. ст.);

$V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$M$  – молекулярна маса бензину  $M = 96$  г;

$\gamma$  – густина бензину; при  $t = 20$  °С  $\gamma = 0,73$  г/см<sup>3</sup>.

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$Q$ , л	2	3	2,5	3,3	1,5	2,7	1,75	2,3	2,75	2,9
$r$ , см	64	95	80	105	48	86	56	73	88	92
$V$ , м <sup>3</sup>	200	300	250	330	150	270	175	230	275	290

### Вказівки до розв'язання

1. Визначити коефіцієнт дифузії парів бензину при  $t = 0$  °С ( $T = 273$  К) та атмосферному тиску 0,1 мПа, см<sup>2</sup>/с:

$$D_0 = \frac{0,8}{\sqrt{M}}.$$

2. Визначити коефіцієнт дифузії парів бензину при  $t = 20$  °С, см<sup>2</sup>/с:

$$D_t = D_0 \frac{T+t}{T}.$$

3. Визначити об'єм грам-молекули парів бензину при температурі й тиску у приміщенні, л:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

$$V_t = \frac{V_0(T+t)}{T},$$

де  $V_0$  – об'єм грам-молекули парів бензину при температурі  $T = 273 \text{ К}$  і тиску  $0,1 \text{ МПа}$  ( $V_0 = 22,4 \text{ л}$ ).

4. Визначити інтенсивність випаровування бензину, г/с:

$$m = \frac{4 r D_t M P_{нас}}{V_t P_{атм}},$$

де  $P_{нас}$  – тиск насичених парів бензину,  $P_{нас} = 0,014 \text{ МПа}$ .

5. Визначити вагову вибухонебезпечну концентрацію, мг/л:

$$K_{ваг} = \frac{K_{об} M \cdot 10}{V_t},$$

де  $K_{об}$  – нижня об'ємна межа вибухонебезпечності парів бензину при  $t = 20^\circ\text{C}$ ;  $K_{об} = 0,76 \%$

10 – коефіцієнт домірності величин.

6. Визначити об'єм повітря, в якому утвориться вибухонебезпечна концентрація, м<sup>3</sup>:

$$V_{в.к} = \frac{1000 Q \gamma}{K_{ваг}}.$$

7. Визначити тривалість випаровування бензину, год.:

$$\tau = \frac{1000 Q \rho}{m \cdot 3600}.$$

8. Визначити час випаровування бензину при його розлитті в кількості, достатній для утворення вибухової суміші, хв.:

$$T = \frac{V \cdot 60}{V_{в.к}}.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 38

## 9. БЛИСКАВКОЗАХИСТ

### Задача 22

Розрахувати блискавкозахист виробничої будівлі окремим стержневим блискавковідводом, розташованим посередині будівлі, за наступними даними: будівля довжиною  $A$ , м, шириною  $B$ , м, висотою  $H$ , м; II-го ступеня вогнестійкості; III-ї категорії з пожежної безпеки, розташована в Житомирській області.

Для північних областей України середньорічна загальна тривалість гроз становить  $T = 60 \div 80$  годин, середньорічна кількість ударів блискавки на  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні, яка залежить від інтенсивності грозової діяльності,  $n = 7$ .

Вихідні дані	Варіанти умов задачі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$H, \text{ м}$	12	10	12	12	8	9	6	11	8	14
$A \times B, \text{ м}^2$	25×48	16×28	24×48	26×42	12×22	18×32	10×16	32×56	20×36	30×50

#### Вказівки до розв'язання

1. Скласти ескіз виробничої будівлі та показати розташування стержневого блискавковідводу.

2. Визначити очікувану кількість уражень блискавкою за рік будівлі, не обладнаної блискавкозахистом:

$$N = (B + 6H)(A + 6H) \cdot n \cdot 10^{-6}.$$

Залежно від значення  $N$  для будівель III-ї категорії з пожежної безпеки, II ступеня вогнестійкості, слід застосувати: при  $0,02 \leq N \leq 2$  – зону захисту Б, при  $N > 2$  – зону захисту А.

3 Радіус горизонтального перерізу зони захисту на висоті  $h_x = H$  дорівнює, м:

$$r_x = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2} + 2.$$

4. За відомих  $r_x$  та  $h_x$  можна визначити необхідну повну висоту блискавковідводу за наступними формулами, м:

– для зони Б:  $h = 0,67 (r_x + 1,63 h_x)$ ;

– для зони А:  $h = 0,713 (r_x + 1,63 h_x)$ .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

5. Визначити висоту вершини зони захисту за формулами, м:

– для зони Б:  $h_0 = 0,92 h$ ;

– для зони А:  $h_0 = 0,85 h$ .

6. Визначити радіус зони захисту на рівні землі за формулами, м:

– для зони Б:  $r_0 = 1,5 h$ ;

– для зони А:  $r_0 = (1,1 - 0,002 h) h$ .

7. Накреслити в масштабі зону захисту будівлі блискавковідводом у двох проекціях.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 40

## ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Наведіть структуру Закону України "Про охорону праці" з короткою характеристикою змісту розділів.
2. Викладіть основні принципи державної політики в галузі охорони праці, які визначені Законом України "Про охорону праці".
3. Які права мають громадяни України при укладенні трудового договору?
4. Які права працівників на охорону праці під час роботи на підприємстві?
5. Які відшкодування збитку працівникам у разі ушкодження їхнього здоров'я встановлені Законом "Про охорону праці"?
6. Які додаткові гарантії на охорону праці встановлені Законом "Про охорону праці" для жінок, неповнолітніх і інвалідів?
7. Дайте короткий виклад обов'язків власника по створенню належних умов праці й дотриманню прав громадян на охорону праці.
8. У чому полягають обов'язки працівників з охорони праці згідно Закону "Про охорону праці"?
9. Як проводиться навчання з охорони праці?
10. Ким і як проводиться інструктаж робітників з охорони праці, як він оформляється?
11. Як згідно Закону "Про охорону праці" здійснюється фінансування охорони праці?
12. Який принцип організації служби охорони праці на підприємстві? Її функції, обов'язки і права згідно "Положення про службу охорони праці підприємства"?
13. Як забезпечується дотримання вимог з охорони праці при проектуванні, будівництві (виготовленні) і реконструкції підприємств, об'єктів і засобів виробництва?
14. Які заходи економічного стимулювання охорони праці встановлені Законом "Про охорону праці"?
15. Який порядок розробки й ухвалення нормативно-технічної документації з охорони праці? Охарактеризуйте систему технічних регламентів і систему НПАОП.
16. Які повноваження Держпраці, Міністерство соціальної політики України, місцевих органів влади в галузі охорони праці?
17. Як здійснюється державний нагляд і громадський контроль за охороною праці?
18. Які існують види відповідальності службових осіб за порушення законодавства з охорони праці та які умови їхнього настання?



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 59 / 41</i>

19. Як проводиться розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві ?

20. У чому полягає основна мета розслідувань нещасних випадків на виробництві? Наведіть класифікацію причин нещасних випадків.

21. Охарактеризуйте існуючі методи аналізу травматизму.

22. У чому полягає сутність санітарно-технічної паспортизації цехів?

23. Як проводиться атестація робочих місць на їхню відповідність вимогам охорони праці?

24. Як визначаються категорії тяжкості й напруженості праці на робочих місцях?

25. Що входить у поняття "виробничі умови праці"?

26. Як здійснюється планування заходів щодо охорони праці на підприємстві та контроль за їхнім виконанням?

27. Якими конкретними показниками оцінюють соціальні й економічні результати заходів щодо охорони праці на підприємстві?

28. Поясніть поняття "ГДК шкідливої речовини в робочій зоні виробничого приміщення". Наведіть класифікацію шкідливих речовин за ступенем їхньої дії на організм людини. Які існують методи аналізу повітряного середовища робочої зони?

29. У чому полягає небезпека для здоров'я виробничого пилу, що містить кварц?

30. Якими інженерно-технічними заходами можна оздоровити повітряне середовище у виробничому приміщенні?

31. Визначте за ГОСТ 12.1.005-88 оптимальні й допустимі норми параметрів мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення (об'єкт прийняти за розсудом студента).

32. За рахунок чого здійснюється природна вентиляція виробничих приміщень? Як визначається повітрообмін і які недоліки й переваги природної вентиляції порівняно зі штучною?

33. Поясніть схему механічної припливно-витяжної вентиляції, вкажіть на схемі вентиляційне устаткування, що використовується.

34. Поясніть схему вентиляції з рециркуляцією повітря. В яких випадках застосовується така схема?

35. Як визначають необхідну кількість повітря для вентиляції виробничого приміщення ?

36. У чому полягають переваги місцевої витяжної вентиляції? Наведіть схеми різних типів витяжних пристроїв.

37. Поясніть (зі схемами) пристрої для очищення повітря від пилу, шкідливої пари й газів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

38. Як класифікується й характеризується природне освітлення? Принципи нормування й розрахунку для виробничих умов.

39. Як класифікується, характеризується й нормується штучне освітлення? Сутність і область застосування методів розрахунку штучного освітлення?

40. Укажіть переваги й недоліки ламп розжарювання й люмінесцентних ламп, умови раціонального використання їх на виробництві.

41. Поясніть шкідливу дію шуму й вібрації, принципи їхнього нормування на робочих місцях.

42. Поясніть криві рівної гучності звуку.

43. Які існують методи й засоби боротьби із шумом у джерелі його виникнення й на шляху розповсюдження? Сутність методів звукопоглинання й звукоізоляції.

44. Які основні засоби зниження рівня вібрацій у джерелі виникнення й на шляху розповсюдження?

45. Як класифікуються електромагнітні поля і як характеризується їхня дія на організм людини?

46. Електромагнітні поля: основні джерела, принципи нормування, засоби захисту.

47. Як розраховується товщина захисного екрана від електромагнітного випромінювання? Як визначається його ефективність?

48. Які існують види іонізуючих випромінювань? Дія їх на організм людини, нормування й основні засоби захисту.

49. Охарактеризуйте джерела на виробництві і дію на організм людини інфрачервоного, ультрафіолетового і лазерного випромінювання. Укажіть основні засоби захисту від їхньої дії.

50. Дія електричного струму на організм людини, вражаючі чинники, види уражень.

51. Порогові значення сили електричного струму за його дією на організм людини. Правила надання першої долікарської допомоги.

52. Як класифікуються виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження електрострумом?

53. Поясніть (зі схемою) сутність напруги дотику.

54. Поясніть методику розрахунку заземлювального пристрою.

55. Поясніть методику розрахунку занулення.

56. Які існують способи захисту від можливого ураження електричним струмом?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 59 / 43</i>

57. Коли і як слід застосовувати знижену напругу електричного струму?

58. У чому полягають організаційні заходи щодо забезпечення електробезпеки?

59. Проаналізуйте небезпеку дотику до струмоведучих частин у трифазній мережі із глухозаземленою нейтраллю трансформатора при нормальному й аварійному режимі (зі схемами).

60. Проаналізуйте небезпеку дотику до струмоведучих частин у трифазній мережі з ізольованою нейтраллю трансформатора при нормальному й аварійному режимі (зі схемами).

61. Поясніть призначення, область, умови застосування й принцип дії захисного заземлення (зі схемою).

62. Поясніть призначення, галузь, умови застосування й принцип дії занулення.

63. Поясніть призначення й принцип дії захисного вимкнення. Наведіть перелік основних схем захисного вимкнення і вкажіть їхні переваги й недоліки.

64. Який порядок допуску персоналу до роботи в електроустановках? Хто несе відповідальність за безпеку цих робіт?

65. Викладіть загальні вимоги безпеки до виробничого устаткування.

66. Які існують типи огорож небезпечних зон? Наведіть 2–3 приклади з ескізами.

67. Які існують типи запобіжних пристроїв виробничого устаткування? Наведіть 2–3 приклади з ескізами.

68. Які існують типи блокувальних пристроїв виробничого устаткування? Наведіть приклад з ескізом.

69. Які існують види сигналізації у виробничому устаткуванні й технологічних процесах?

70. Сигнальні кольори, їхні смислові значення.

71. Дайте характеристику й опис знаків безпеки.

72. Як класифікуються підйомно-транспортні механізми й машини і які основні вимоги для забезпечення безпеки їхньої експлуатації й виконання такелажних робіт?

73. Які причини аварій і нещасних випадків у системах, що працюють під тиском, і як їх запобігти?

74. Поясніть призначення й принцип роботи контрольно-вимірювальних та запобіжних пристроїв у системах, що знаходяться під тиском. Накресліть схеми їхньої будови.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

75. Опишіть особливості вимог безпеки до балонів, заповнених небезпечними газами. Як вони маркуються?

76. Охарактеризуйте процес горіння й види горіння: спалах, заpalення, самозапалення, самозагоряння й вибух.

77. Як класифікують приміщення й будівлі за ступенем вибухопожежної безпеки?

78. Охарактеризуйте вогнестійкість і займистість будівельних матеріалів та конструкцій.

79. Охарактеризуйте легкозаймисті, горючі й вибухонебезпечні речовини та вимоги пожежної безпеки при роботі з ними.

80. Укажіть основні методи захисту від небезпечних проявів статичної електрики.

81. Опишіть особливості гасіння пожеж в електроустаткуванні.

82. Викладіть вогнегасні властивості води, піни, вуглекислоти, піску. Особливості застосування для гасіння різних об'єктів.

83. Наведіть схеми будови, опишіть призначення й принцип дії хімічно-пінних і вуглекислотних вогнегасників.

84. Які вимоги безпеки до електроінструмента й переносних електричних світильників?

85. Наведіть класифікацію засобів індивідуального захисту із прикладами по кожній групі.

86. Основні санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення підприємства та планування його території.

87. Основні санітарно-гігієнічні вимоги до виробничих будівель і споруд та розташування їх на промисловій площадці.

88. Санітарно-гігієнічні вимоги до допоміжних і побутових приміщень.

89. Безпека навантажувально-розвантажувальних робіт.

90. Заходи щодо підвищення рівня охорони праці в умовах діючого виробництва.

91. Небезпечні й шкідливі виробничі чинники, їхня класифікація.

92. Загальні вимоги до умов праці, їхня класифікація.

93. Джерела штучного світла. Світильники, їхня класифікація, характеристики.

94. Викладіть загальні вимоги безпеки до виробничих процесів.

95. Охарактеризуйте умови роботи на своєму робочому місці або робочих місцях підлеглих за показниками шкідливості й безпеки. Укажіть можливі захисні заходи й заходи щодо нормалізації умов праці. Наведіть приклад інженерного рішення з охорони праці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

96. У конструкції виробничого устаткування виявіть і охарактеризуйте можливі небезпечні й шкідливі чинники, обґрунтуйте його конструкційну розробку, виходячи з безпечних і здорових умов праці обслуговуючого персоналу. Наведіть приклад одного з технічних засобів безпеки.

97. Охарактеризуйте умови й охорону праці при експлуатації машини (приклад машини на розсуд студента). Наведіть приклад (з ескізом) інженерних рішень з охорони праці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОКІ-2023
	Екземпляр № 1	
		Арк 59 / 46

## ДОДАТКИ

Таблиця Д1

### Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних чинників в повітрі робочої зони (за ГОСТ 12.1.005-88)

Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Акролеїн	0,2	2	П
Ацетон	200	4	П
Бензол	5	2	П
Бензпірен	0,00015	1	А
Озон	20	1	А
Оксид вуглецю	20	4	П
Ртуть	0,01	1	П
Свинець	0,005	1	А
Сірководень	10	2	П
Формальдегід	0,5	2	П

Примітка. Умовні позначення: П – пари й (або) газу, А – аерозолі.

Таблиця Д2

### Значення поправочного коефіцієнта $\alpha$ залежно від відносної втрати тепла води

$g$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	5	7	>7
$\alpha$	0,85	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1	1,03	1,05	1,07

Таблиця Д3

### Значення коефіцієнта запасу $k$ залежно від характеристики приміщення

Характеристика приміщення	Значення $k$ при освітленні лампами	
	газорозрядними	розжарювання
1. Виробничі приміщення з повітряним середовищем, що містить у робочій зоні: а) пилю мг/м <sup>3</sup> : вище 5 1 – 5 менше 1 б) значні концентрації кородуючих парів кислот, лугів чи газів	2,0 1,8 1,5 1,8	1,7 1,5 1,3 1,5
2. Виробничі приміщення з особливим режимом чистоти повітря при обслуговуванні світильників: – з технічного поверху – знизу з приміщення	1,3 1,4	1,15 1,2
3. Приміщення громадських і житлових будівель	1,5	1,3

Таблиця Д4

## Вимоги до штучного освітлення приміщень виробничих підприємств (за ДБН В.2.5-28:2018, таблиця 5.1)

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкту з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк	
						при системі комбінованого освітлення	при системі загального освітлення
1	2	3	4	5	6	7	8
Найвищої точності	Менше ніж 0,15	I	<i>a</i>	малий	темний	5000 4500	– –
			<i>б</i>	малий середній	середній темний	4000 3500	1200 1000
			<i>в</i>	малий середній великий	світлий середній темний	2500 2000	750 600
			<i>г</i>	середній великий великий	світлий світлий середній	1500 1250	400 300
Дуже високої точності	Більше 0,15 до 0,3 включно	II	<i>a</i>	малий	темний	4000 3500	– –
			<i>б</i>	середній малий	темний середній	3000 2500	750 600
			<i>в</i>	малий середній великий	світлий середній темний	2000 1500	500 400
			<i>г</i>	середній великий великий	світлий світлий середній	1000 750	300 200

Продовження табл. Д4

1	2	3	4	5	6	7	8
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	<i>a</i>	малий	темний	2000 1500	500 400
			<i>б</i>	малий середній	середній темний	1000 750	300 200
			<i>в</i>	малий середній великий	світлий середній темний	750	300
				середній великий великий	світлий світлий середній	600	200
Середньої точності	Від 0,5 до 1 включно	IV	<i>a</i>	малий	темний	750	300
			<i>б</i>	малий середній	середній темний	500	200
			<i>в</i>	малий середній великий	світлий середній темний	400	200
				середній великий великий	світлий світлий середній	–	200
Малої точності	Від 1 до 5 включно	V	<i>a</i>	малий	темний	400	300
			<i>б</i>	малий середній	середній темний	–	200
			<i>в</i>	малий середній великий	світлий середній темний	–	200
				середній великий великий	світлий світлий середній	–	200



Закінчення табл. Д4

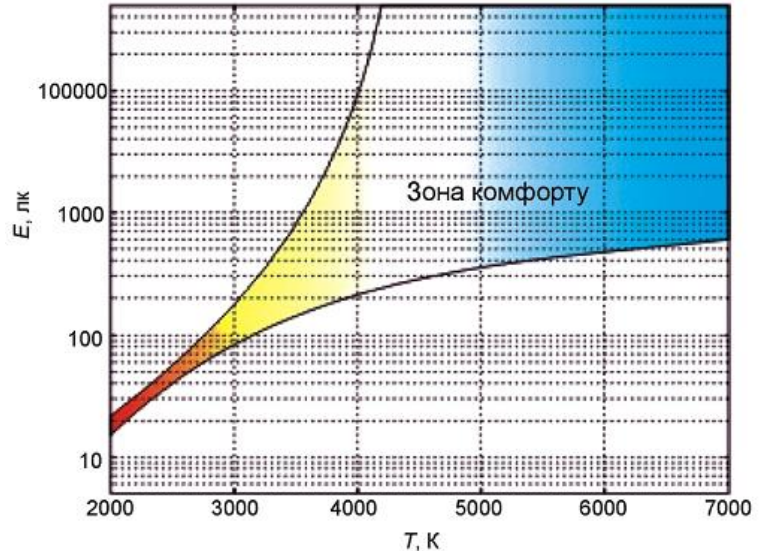
1	2	3	4	5	6	7	8
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI		Незалежно від характеристики фону і контрасту об'єкта з фоном		–	200
Робота з матеріалами, які світяться і виробами в гарячих цехах	Більше 0,5	VII		Незалежно від характеристики фону й контрасту об'єкта з фоном		–	200
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: – постійне – періодичне під час постійного перебування людей у приміщенні; – періодичне при періодичному перебуванні людей в приміщенні – загальне спостереження за інженерними комунікаціями		VIII	<i>a</i>	Незалежно від характеристики фону й контрасту об'єкта з фоном		–	200
			<i>b</i>			–	100
		<i>в</i>				–	50
		<i>г</i>				–	20

- Примітки:** 1. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості використання розрядних ламп і світлодіодних джерел світла.  
2. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

3. При заміні ламп розжарювання на світлодіодні джерела світла з колірною температурою від 2700К до 6000К і більше норми освітленості потрібно пов'язувати з зоною комфорту відповідно до номограми Крюїтгофа та збільшувати зі зростанням колірної температури відповідно до вказаної номограми у таких випадках:

- а) при роботах I-VI розрядів, якщо зорова робота виконується більше половини робочого дня;
- б) при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення становить 150 лк і менше (робота з дисковими пилюками, гільйотинними ножицями тощо);
- в) при спеціальних підвищених санітарних вимогах (наприклад, на підприємствах харчової та хіміко-фармацевтичної промисловості), якщо освітленість від системи загального освітлення 500 лк і менше; г) при роботі або виробничому навчанні підлітків, якщо освітленість від системи загального освітлення 300 лк і менше;
- д) за відсутності в приміщенні природного світла і постійному перебуванні працівників, якщо освітленість від системи загального освітлення 750 лк і менше;
- е) при спостереженні за деталями, що обертаються зі швидкістю не менше 500 об/хв., або об'єктами, що рухаються зі швидкістю не менше 1,5 м/хв.;
- ж) при постійному пошуку об'єктів розрізнення на поверхні розміром 0,1 м<sup>2</sup> і більше;
- з) в приміщеннях, де більше половини працівників понад 40 років.

За наявності одночасно декількох ознак норми освітленості слід підвищувати не більше ніж на один ступінь.



Номограма Крюїтгофа (за ДБН В.2.5-28:2018, додаток Н)

Таблиця Д5

Коефіцієнти використання світлового потоку  $\eta$ 

Тип світильника	Світильники групи 8					Світильники групи 9					Світильники групи 10				
$\rho_{стелі}$	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0,7	0,7	0,5	0,5	0
$\rho_{стін}$	0,5	0,5	0,5	0,3	0	0,5	0,5	0,5	0,3	0	0,5	0,5	0,5	0,3	0
$\rho_{р.л}$	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1	0
$i$	Коефіцієнт використання $\eta$														
0,5	0,23	0,20	0,20	0,17	0,10	0,20	0,20	0,19	0,15	0,10	0,22	0,20	0,19	0,15	0,12
0,6	0,28	0,26	0,24	0,20	0,14	0,25	0,24	0,22	0,19	0,14	0,25	0,24	0,22	0,19	0,14
0,7	0,32	0,30	0,28	0,24	0,17	0,29	0,27	0,25	0,22	0,16	0,29	0,27	0,26	0,22	0,17
0,8	0,35	0,33	0,30	0,26	0,19	0,32	0,30	0,27	0,24	0,18	0,32	0,30	0,28	0,24	0,19
0,9	0,38	0,35	0,33	0,29	0,21	0,34	0,32	0,30	0,26	0,20	0,35	0,32	0,31	0,27	0,21
1,0	0,41	0,38	0,35	0,31	0,23	0,37	0,34	0,32	0,28	0,22	0,38	0,35	0,33	0,29	0,23
1,1	0,43	0,40	0,37	0,33	0,25	0,39	0,36	0,33	0,30	0,24	0,40	0,36	0,35	0,31	0,25
1,25	0,45	0,41	0,38	0,35	0,27	0,41	0,37	0,35	0,32	0,25	0,42	0,38	0,36	0,33	0,27
1,5	0,49	0,45	0,42	0,38	0,30	0,44	0,40	0,38	0,35	0,28	0,45	0,41	0,39	0,36	0,30
1,75	0,52	0,47	0,44	0,41	0,32	0,45	0,42	0,40	0,37	0,30	0,48	0,44	0,42	0,39	0,33
2,0	0,54	0,49	0,45	0,42	0,33	0,48	0,44	0,41	0,39	0,31	0,50	0,45	0,43	0,40	0,34
2,25	0,56	0,51	0,47	0,44	0,35	0,50	0,45	0,42	0,40	0,33	0,52	0,47	0,45	0,42	0,36
2,5	0,58	0,52	0,48	0,46	0,36	0,52	0,46	0,44	0,41	0,34	0,54	0,48	0,46	0,44	0,37
3,0	0,60	0,54	0,50	0,48	0,38	0,54	0,48	0,45	0,43	0,35	0,56	0,50	0,48	0,45	0,39
3,5	0,62	0,55	0,51	0,49	0,39	0,55	0,49	0,46	0,44	0,36	0,58	0,51	0,49	0,47	0,40
4,0	0,64	0,56	0,52	0,50	0,40	0,56	0,50	0,46	0,45	0,37	0,59	0,52	0,50	0,48	0,42
5,0	0,67	0,59	0,54	0,53	0,43	0,59	0,52	0,48	0,47	0,39	0,62	0,54	0,52	0,50	0,44

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 52

Таблиця Д6

## Освітленість робочої поверхні від світильника МЛ – 2 × 80

Горизонтальна відстань від світильника, м	Висота підвісу світильника, м			
	0,7	1,0	1,3	1,5
0,25	210/179	183/150	142/126	106/108
0,50	188/152	164/134	124/108	96/108
0,75	133/116	124/90	99/78	77/72
1,00	89/71	75/60	71/62	62/58
1,25	49/45	36/33	52/43	46/43
1,50	37/29	23/19	30/34	31/28

Примітка: у чисельнику – значення освітленості у площині, перпендикулярній середині довшої осі світильника;  
у знаменнику – у паралельній площині на відстані 0,5 м.

Таблиця Д7

## Технічні характеристики ламп розжарювання загального призначення (220 В)

Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Розміри, мм	
			діаметр	довжина
В 220-15	15	105	61	105
В 220-25	25	220	61	105
Б 220-40	40	415	61	110
БК 220-40	40	460	51	98
Б 220-60	60	715	61	110
БК 220-60	60	790	51	98
Б 220-75	75	950	61	110
БК 220-75	75	1020	66	105
Б 220-100	100	1350	61	110
БК 220-100	100	1450	56	105
Б 220-150	150	2100	71	137
Г 220-150	150	2090	71	137

Примітка: В – вакуумна лампа, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 53

Таблиця Д8

**Нормативи виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку  
(за ДСН 3.3.6.037-99, таблиця 2)**

Вид трудової діяльності або робоче місце	Рівні звукового тиску в Дб в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку й еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творча або наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення цехового керівного апарату, контор, лабораторій	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Диспетчерська робота, приміщення майстрів, дільниці точного складання, зали обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Інші постійні робочі місця у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблиця Д9

**Ефективність трубчастих глушників**

№ п/п	Внутрішній діаметр, мм	Довжина, м	Середньгеометрична частота октавної смуги							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	115	1	22	21	37	30	39	37	40	31
		2	27	29	60	56	75	70	72	53
2	194	1	17	16	26	21	27	33	29	23
		2	20	22	46	39	51	58	58	36
3	285	1	13	13	16	15	19	25	20	15
		2	16	18	29	26	33	41	30	20

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	

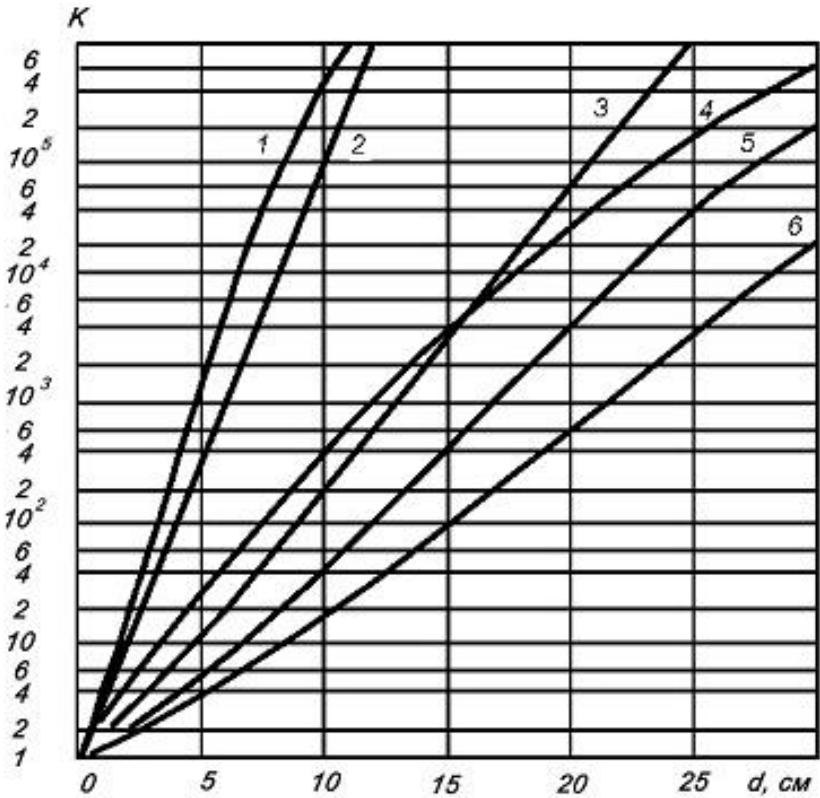


Рис. Д1. Залежність кратності ослаблення  $\gamma$  - випромінювання від товщини захисного екрана:  
зі свинцю: 1 –  $^{192}\text{Ir}$ ; 2 –  $^{137}\text{Cs}$ ; 3 –  $^{60}\text{Co}$ ;  
із заліза: 4 –  $^{192}\text{Ir}$ ; 5 –  $^{137}\text{Cs}$ ; 6 –  $^{60}\text{Co}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	
		Арк 59 / 55

Таблиця Д10

**Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 3  
(технологічна типу «а») (за ДСН 3.3.6.039-99)**

Види вібрації	Напрямки, за якими нормується вібрація	Середньоквадратичні значення віброшвидкості, м/с · 10 <sup>-2</sup> , не більше						
		Логарифмічні рівні віброшвидкості, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц						
		1	2	4	8	16	31,5	63
Транспортна (категорія 1)	Вертикальна (за віссю Z)	<u>20</u> 132	<u>7,1</u> 123	<u>2,5</u> 114	<u>1,3</u> 108	<u>1,1</u> 107	<u>1,1</u> 107	<u>1,1</u> 107
Транспортно-технологічна (категорія 2)		—	<u>3,5</u> 117	<u>1,3</u> 108	<u>0,63</u> 102	<u>0,56</u> 101	<u>0,56</u> 101	<u>0,56</u> 101
Технологічна (категорія 3а)		—	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92
Технологічна (категорія 3б)		—	<u>0,5</u> 100	<u>0,18</u> 91	<u>0,089</u> 85	<u>0,079</u> 84	<u>0,079</u> 84	<u>0,079</u> 84
Технологічна (категорія 3в)		—	<u>0,18</u> 91	<u>0,063</u> 82	<u>0,032</u> 76	<u>0,028</u> 75	<u>0,028</u> 75	<u>0,028</u> 75

**Примітки:** Транспортна (категорія 1) – на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів (трактори, комбайни, автомобілі ватажні, скрепери, самохідний гірничошахтний транспорт) під час руху по місцевості, агрофонах і дорогах.

Транспортно-технологічна (категорія 2) – на робочих місцях машин з обмеженою рухливістю або які рухаються тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок (екскаватори, крани, гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, транспорт виробничих приміщень).

Технологічна (категорія 3) – на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації (верстати, метало-деревобробне, пресувально-ковальське обладнання, ливарні машини, електричні машини, стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, бурові верстати). Типи:

а) на постійних робочих місцях виробничих підприємств;  
б) на робочих місцях складів, їдальнь, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;

в) на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 56

Таблиця Д11

**Коефіцієнт використання стержневих заземлювачів  $\eta_{ст}$   
(без урахування впливу штаби)**

Відношення відстані між трубами (кутками) до їхньої довжини	При розташуванні в ряд		При розташуванні по контуру	
	Кількість труб (кутків)	$\eta_{ст}$	Кількість труб (кутків)	$\eta_{ст}$
1	2	0,84–0,87	4	0,66–0,72
	3	0,76–0,80	6	0,58–0,65
	5	0,67–0,72	10	0,52–0,58
	10	0,56–0,62	20	0,44–0,50
	15	0,51–0,56	40	0,38–0,44
	20	0,47–0,50	60	0,36–0,42
2	2	0,90–0,92	4	0,76–0,80
	3	0,85–0,88	6	0,71–0,75
	5	0,79–0,83	10	0,66–0,71
	10	0,72–0,77	20	0,61–0,66
	15	0,66–0,73	40	0,55–0,61
	20	0,65–0,70	60	0,52–0,58
3	2	0,93–0,95	4	0,84–0,86
	3	0,90–0,92	6	0,78–0,82
	5	0,85–0,88	10	0,74–0,78
	10	0,79–0,83	20	0,68–0,73
	15	0,76–0,80	40	0,64–0,69
	20	0,74–0,79	60	0,62–0,67

Таблиця Д12

**Коефіцієнт використання з'єднувальної штаби  $\eta_{ш}$**

Відношення відстані між заземлювачами до їхньої довжини	Кількість труб (кутків) заземлення					
	4	8	10	20	30	50
1	При розташуванні штаби в ряду					
	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
	0,89	0,79	0,75	0,66	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
1	При розташуванні штаби по контуру					
	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,23
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	Екземпляр № 1	Арк 59 / 57

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінрегіон України. – 137 с.
2. ДСанПіН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена наказом МОЗУ від 08.04.2014 р. № 248. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>
3. ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7. Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>
4. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 "Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів.
5. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
6. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
7. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
8. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
9. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
10. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
11. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. – Вид. 2-е, стереотипне. - Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
12. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці: Навч. посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
13. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями», затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>
14. НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України. – К., 1997.
15. Рожков А.П. Пожежна безпека на виробництві. – К., 1997. – 448 с.
16. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 152 с.
17. Трахтенберг І.М., Коршун М.М., Шбанова О.В. Гігієна праці та виробнича санітарія. – К., 1997. – 464 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1. ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ..	4
Задача 1 .....	4
Задача 2 .....	5
Задача 3 .....	6
Задача 4 .....	7
Задача 5 .....	8
2. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ .....	10
Задача 6 .....	10
Задача 7 .....	12
3. ВИРОБНИЧИЙ ШУМ ТА ВІБРАЦІЯ .....	14
Задача 8 .....	14
Задача 9 .....	16
Задача 10 .....	17
Задача 11 .....	18
4. ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ .....	20
Задача 12 .....	20
5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА .....	22
Задача 13 .....	22
Задача 14 .....	23
Задача 15 .....	24
Задача 16 .....	26
Задача 17 .....	28
6. ПОСУДИНИ ПІД ТИСКОМ .....	30
Задача 18 .....	30
7. БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ .....	32
Задача 19 .....	32
8. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА .....	34
Задача 20 .....	34
Задача 21 .....	36
9. БЛИСКАВКОЗАХИСТ .....	38
Задача 22 .....	38
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	40
ДОДАТКИ .....	46
ЛІТЕРАТУРА .....	57

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/ М/ОК1-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	

ПАНАСЮК Андрій Вікторович  
ІСЬКОВ Сергій Станіславович  
КАМСЬКИХ Олександр Валерійович

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ** до практичного вивчення навчальної дисципліни «Охорона праці в галузі»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 184 «Гірництво»,  
освітньо-професійної програми «Маркшейдерська справа»

Рецензенти: Шамрай В.І.  
Шлапак В.О.

---

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.  
Умов. друк. акр. 3,75. Обл. вид. арк. 3,9.

---

Державний університет «Житомирська політехніка»  
10005, Житомир, вул. Чуднівська, 103  
<https://ztu.edu.ua>