

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова



**Г. Г. Трохименко, І. В. Ремешевська,
О. Г. Грушина, Н. В. Гурець**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних і практичних робіт з дисципліни
«Охорона праці та навколишнього
середовища, безпека життєдіяльності»

У двох частинах

Частина II

Рекомендовано Методичною радою НУК



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2026

УДК 614.8:502/504(076.5)

М54

Автори:

Г. Г. Трохименко, д-р техн. наук, професор;

І. В. Ремешевська, канд. техн. наук, доцент;

О. Г. Грушина, старш. викладач;

Н. В. Гурець, старш. викладач

Рецензент

І. О. Ратушняк, канд. техн. наук, доцент

Рекомендовано Методичною радою НУК

Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з дисципліни «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності» : у 2 ч. Ч. II / Г. Г. Трохименко, І. В. Ремешевська, О. Г. Грушина, Н. В. Гурець. – Миколаїв : НУК, 2026. – 101 с.

Охоплено широкий спектр питань з охорони праці, навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності. Вміщено опис практичних робіт та методику їх виконання, а також опис методів і засобів захисту працівників від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, технічних питань охорони навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

Методичні вказівки складено відповідно до навчальної програми з дисципліни «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності».

Призначено для студентів і викладачів закладів вищої освіти, фахівців у сфері охорони праці та охорони довкілля, безпеки життєдіяльності.

УДК 614.8:502/504(076.5)

© Г. Г. Трохименко, І. В. Ремешевська,
О. Г. Грушина, Н. В. Гурець, 2026

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2026

ЗМІСТ

Порядок підготовки до проведення практичних робіт з дисципліни «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності».....	4
Розділ 1	
Охорона праці.....	6
Практична робота № 1.....	6
Практична робота № 2.....	23
Практична робота № 3.....	35
Практична робота № 4.....	46
Практична робота № 5.....	59
Розділ 2	
Охорона навколишнього середовища та безпека життєдіяльності	81
Практична робота № 6.....	81
Практична робота № 7	88
Практична робота № 8	94
Рекомендовані джерела інформації.....	100

ПОРЯДОК ПІДГОТОВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

Навчальними планами, програмами навчальної дисципліни й робочими програмами дисципліни «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності», яка є нормативною дисципліною, для студентів денної і заочної форм навчання передбачається проведення практичних робіт.

Мета практичних робіт – закріплення та поглиблення теоретичних знань студентів, отримання практичних навичок з ідентифікації шкідливих і небезпечних факторів на виробництві, прогнозування їхніх наслідків, планування заходів з попередження впливу виробничих факторів і небезпек, підготовка до самостійного вирішення питань охорони праці, навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності у повсякденному житті.

Кожна практична робота містить практичні завдання та перелік теоретичних питань, які допоможуть підготуватися до практичної роботи й отримати найвищий бал за відповідь. Якість підготовки студентів до заняття та їхня участь у виконанні практичних завдань оцінюються викладачем і враховуються під час виставлення підсумкової оцінки з дисципліни.

Першим етапом у підготовці до проведення практичних робіт є отримання студентом теоретичних знань на лекціях з дисципліни «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності» і під час самостійного вивчення відповідної науково-технічної літератури.

На лекціях викладач знайомить студентів з програмою курсу, формами поточного й підсумкового контролю з дисципліни, вимогами, що висуваються до якісного вивчення та успішного проходження всіх етапів навчання. Головною запорукою виконання на високому інтелектуальному рівні лабораторних завдань є самостійна робота студента. Керуючись програмою курсу «Охорона праці та навколишнього середовища, безпека життєдіяльності», студент вивчає рекомендовану літературу й закріплює наданий йому лекційний матеріал і матеріал практичних занять.

РОЗДІЛ 1

ОХОРОНА ПРАЦІ

Практична робота № 1

Тема: Розрахунок штучного виробничого освітлення.

Мета роботи: спроектувати систему штучного освітлення з використанням світлодіодних джерел освітлення.

Теоретична частина

Штучне освітлення передбачається у приміщеннях, в яких недостатньо природного світла, або для освітлення приміщення в години доби, коли природна освітленість відсутня. Призначення штучного освітлення – створити сприятливі умови видимості, зберегти хороше самопочуття людини і зменшити навантаження на очі. При штучному освітленні всі предмети виглядають інакше, ніж при денному світлі. Це відбувається тому, що змінюється положення, спектральний склад та інтенсивність джерел випромінювання.

У сучасних освітлювальних установках, призначених для освітлення виробничих приміщень, як джерело світла застосовують два основних види штучних джерел світла: звичайні лампи розжарювання та люмінесцентні лампи.

Останніми роками набули значного поширення нові джерела штучного освітлення – світлодіоди, які суттєво зменшили використання не тільки ламп розжарювання, а й газорозрядних люмінесцентних ламп.

Світлодіоди, або світловипромінюючі діоди (СВД, в англійському варіанті LED – light emitting diode) – напівпровідниковий прилад, що випромінює світло при пропусканні через нього

електричного струму. Будь-який світлодіод складається з напівпровідникового кристала на підкладці, корпусу, контактних виводів та лінзи.

Світлодіоди виготовляють у різних модифікаціях. Вони можуть мати різні форми, розміри та конструкції корпусів (рис. 1.1).

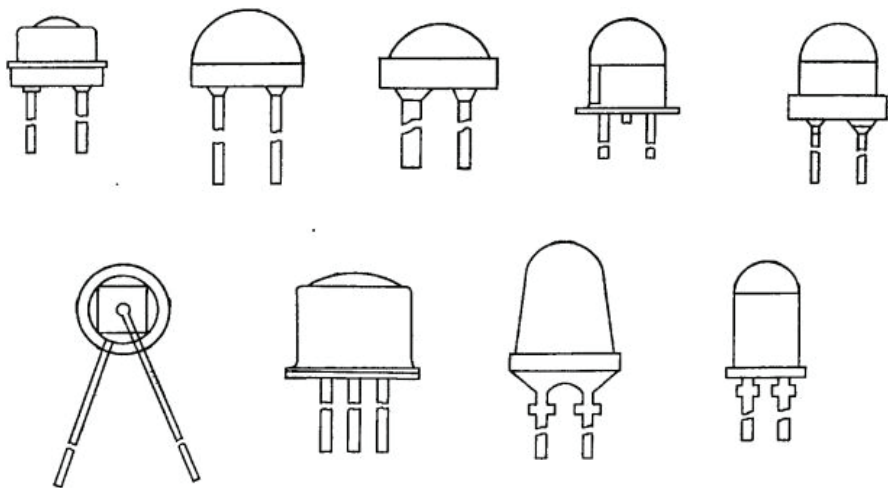


Рис. 1.1. Види корпусів світлодіодів

Позначення світлодіодів складається з восьми елементів. Перший та другий елементи – це літери ІП (Індикатор Напівпровідниковий), перед якими на початку може додаватися літера К (комерційного застосування). Третій елемент – літера, яка визначає тип пристрою: Д – один світлодіод, Т – шкальний індикатор, Ц – цифровий індикатор, В – багатолітерний індикатор, М – мнемонічний індикатор (відображає значки), Г – екранний модуль. Четвертий елемент – номер розробки (01-69 – без схеми управління, 70-99 – зі схемою управління); п'ятий елемент – група приладу (літера); шостий елемент – кількість світлодіодів в індикаторі (якщо вона дорівнює одиниці, її можна не зазначати); сьомий елемент – колір діода (літери: К – червоний,

Ж – жовтий, Л – зелений, Р – оранжевий, Г – блакитний, Б – білий, М – різнокольоровий); восьмий елемент – число, яке вказує на модифікацію приладу. Наприклад: маркування КПД66Д-Ж означає: індикатор комерційного застосування (К) напівпровідниковий (П), тип пристрою – один світлодіод (Д), номер розробки – 66 (без схеми управління), група приладу – Д, колір світіння – жовтий (Ж).

Світлодіодні технології освітлення завдяки ефективному споживанню електроенергії та простоті конструкції набули широкого застосування у світильниках, прожекторах, світлодіодних стрічках, декоративній світлотехніці, а особливо – у компактних освітлювальних приладах (ручних ліхтариках). Сьогодні їх застосовують для підсвічування будівель, автомобілів, вулиць, рекламних конструкцій, фонтанів, тунелів і мостів. Надійність світлодіодних джерел світла дозволяє використовувати їх у важкодоступних для часткої заміни місцях (вбудоване стельове освітлення, всередині натяжних стель і т. д.).

Методика розрахунку

При проєктуванні освітлювальної установки необхідно вирішити наступні питання:

1. Вибрати тип джерела світла.
2. Визначити систему освітлення.
3. Вибрати тип світильників з урахуванням вимог до якості освітлення, економічності, безпеки та надійності роботи, а також вимог технічної естетики й архітектури приміщення.
4. Розподілити світильники та визначити їхню кількість. Їх можна розміщувати рядами, у шаховому порядку, ромбоподібно.
5. Визначити норму освітленості на робочому місці (табл. 1.1). Для цього необхідно встановити характер виконуваної роботи за номінальним розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону на робочому місці. Відповідно до обраної системи освітлення і джерела світла знайти мінімальну нормовану освітленість.

Розрахунок систем освітлення з використанням світлодіодних світильників застосовується для загального освітлення з рівномірним розташуванням світильників. Доцільним методом розрахунку систем штучного освітлення з використанням світлодіодних світильників є **метод коефіцієнта використання світлового потоку**. За даним методом визначаються світловий потік і потужність ламп, необхідні для створення заданої освітленості, а також необхідна кількість світильників.

Необхідний *світловий потік* однієї лампи визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{E_{\min} S K_3 Z}{N \eta}, \text{ лм} \quad (1.1)$$

де $E_{\min}$ – рівень мінімального освітлення за нормами, лк;

S – площа приміщення, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт мінімального освітлення;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, встановлених у світильнику.

Рівень мінімального освітлення $E_{\min}$ визначається за відповідними таблицями норм освітлення (табл. 1.1, 1.2). У випадках, якщо назва проєктованого приміщення відсутня в таблицях, норму освітлення необхідно вибрати для аналогічного за призначенням приміщення.

Освітлювана площа приміщення S визначається звичайним способом. Якщо конфігурація приміщення (за планом) має складну форму, то його розбивають на ділянки прямокутної форми, для яких обчислюють площу, і подальший розрахунок освітлення роблять для кожної ділянки окремо, а потім підсумовують загальну кількість світильників у приміщенні.

Коефіцієнт запасу K_3 враховує експлуатаційне зниження освітленості порівняно із запроектованою внаслідок забруднення світильників і ламп, а також зменшення світлового потоку ламп

у процесі їхньої експлуатації. Значення K_z , регламентовані СНП, коливаються в межах 1,3...2 для промислових ОУ та 1,3...1,5 для ОУ громадських будівель.

Коефіцієнт мінімальної освітленості Z дорівнює відношенню середньої освітленості до мінімальної. Він враховує нерівномірність освітленості і залежить в основному від відношення відстаней між світильниками та від їхніх типів. Значення цього коефіцієнта приймають рівним 1,1.

Коефіцієнт використання світлового потоку ламп η визначають за табл. 1.3. Він залежить від типу світильників, коефіцієнтів відбиття стелі ρ_{ce} , стін ρ_e , розрахункової поверхні або підлоги ρ_p та індексу приміщення i .

Значення коефіцієнтів відбиття знаходиться за табл. 1.4.

Індекс приміщення обчислюють за формулою:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (1.2)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота підвішування світильника над освітлюваною поверхнею, м.

Таблиця 1.1

Норми освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	При загальному штучному освітленні
1	2	3	4	5	6	7
Найвищої точності	Менше 0,15	I	a	Малий	Темний	1500

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
			б	Малий Середній	Середній Темний	1250
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750
			г	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	а	Малий	Темний	1250
			б	Малий Середній	Середній Темний	750
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	500
			г	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	300
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	Малий	Темний	500
			б	Малий Середній	Середній Темний	300
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	300
			г	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	200
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	Малий	Темний	300
			б	Малий Середній	Середній Темний	200
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	200
			г	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	150

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	а	Малий	Темний	200
			б	Малий Середній	Середній Темний	150
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	150
			г	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	100
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		150

Таблиця 1.2

Нормовані показники освітлення основних приміщень громадських, житлових, допоміжних та промислових будинків (ДБН В.2.5-28-2006)

Приміщення	Площина (Г – горизонтальна, В – вертикальна), нормування освітленості і КПО, висота площини над підлогою, м	Розряд і підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення	
			Освітленість робочих поверхонь, лк	
			при комбінованому освітленні	при загальному освітленні
1	2	3	4	5
Адміністративні будинки (міністерства, відомства, комітети, префектури, муніципалітети, управління, конструкторські та проєктні організації, науково-дослідні установи тощо)				
1. Кабінети й робочі кімнати	Г – 0,8	Б-1	400/200	300

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
2. Проектні зали і кімнати, конструкторські, креслярські бюро	Г – 0,8	А-1	600/400	500
3. Книгосховища й архіви, приміщення фонду відкритого доступу	В – 1,0 на стелажах	–	75	–
4. Макетні, столярні й ремонтні майстерні	Г – 0,8 на верстаках і робочих столах	Шв	750/200	300
5. Приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами, дисплейні зали	В – 1,2 на екрані дисплея	Б-2	—	200
	Г – 0,8 на робочих столах	А-2	500/300	400
6. Конференц-зали, зали засідань	Г – 0,8	Г	—	300
7. Читальні зали	Г – 0,8	А-2	500/300	400
8. Кулуари (фойє)	Підлога	Е	—	150
9. Лабораторії: органічної та неорганічної хімії, термічні, фізичні, спектрографічні, стилOMETричні, фотометричні, мікроскопні, рентгеноструктурного аналізу, механічні та радіовимірювальні, електронних пристроїв, препаратурські	Г – 0,8	А-2	500/300	400
10. Аналітичні лабораторії	Г – 0,8	А-1	600/400	500

1	2	3	4	5
Банківські та страхові установи				
11. Операційний зал, кредитна група, касовий зал, приміщення для перерахування грошей	Г – 0,8 на робочих столах	A-2	500/300	400
Установи загальної освіти, початкової, середньої та вищої спеціальної освіти				
12. Класні кімнати, аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, середньо-спеціальних і професійно-технічних установ	В – 1,5 на середині дошки	A-1	—	500
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	A-2	—	400
13. Аудиторії навчальні кабінети, лабораторії в технікумах і вищих навчальних закладах	Г – 0,8 на робочих столах і партах	A-2	—	400
14. Кабінети інформатики і обчислювальної техніки	В – 1,0 на екрані дисплея	Б-2	—	200
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	Б-2	500/300	400
15. Кабінети технічного креслення та малювання	В – на дошці	A-1	—	500
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	A-1	—	500
16. Майстерні з обробки металів та деревини	Г-0,8 на верстаках і робочих столах	ШБ	1000/200	300

1	2	3	4	5
17. Спортивні зали	Підлога, $\Gamma - 0,0$	Б-2	—	200
	В – на рівні 2,0 м від під- логи з обох сторін на поздовжній осі примі- щення	—	—	75
18. Актіві зали, кіноаудиторії	$\Gamma - 0,0$	Д	—	200
19. Кабінети й кім- нати викладачів	$\Gamma - 0,8$	Б-1	—	300

Рівномірність освітлення досягається оптимальним розміщенням світильників у просторі проєктованого приміщення (рис. 1.2).

Необхідні параметри розраховуються при відношеннях:
 $L < 2h$;

$L/h = 1,4 - 1,8$ – при паралельному розміщенні світильників;

$L/h = 1,8 - 2,5$ – при шаховому розташуванні світильників;

$l = (0,25 - 0,3)L$ – при розміщенні робочих місць уздовж стіни;

$l = (0,4 - 0,5)L$ – при віддаленні робочих місць від стіни;

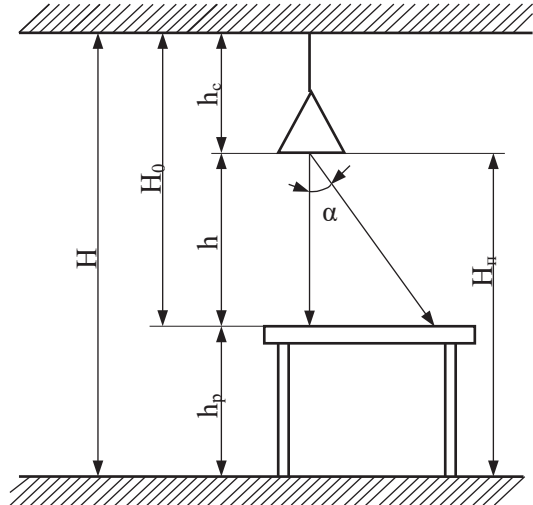


Рис. 1.2. Розміщення світильника в приміщенні

**Значення коефіцієнтів використання світлового потоку ламп η ,
% світлодіодних світильників**

Тип світильника	Коефіцієнт відбиття			Індекс приміщення i								
	стелі $\rho_{ст}$, %	стін $\rho_{ст}$ %	розрахункової поверхні або підлоги ρ_p , %	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вбудований поворотний світильник KH-DL03-220	0	0	0	10	12	16	19	24	27	30	32	34
	50	30	10	14	18	24	29	37	42	48	52	53
	50	50	10	16	21	27	32	40	45	50	54	56
	70	50	10	22	28	35	41	50	55	61	65	67
	70	50	30	23	29	37	43	54	60	68	73	76
Світлодіодний світильник KH-HS-3-SC1036-220 / KH-HS-3-SC1036-12	0	0	0	15	18	24	28	35	39	44	46	48
	50	30	10	19	22	29	34	41	45	50	52	55
	50	50	10	24	26	33	38	44	48	52	54	56
	70	50	10	23	28	34	39	46	50	55	57	59
	70	50	30	26	30	37	43	51	55	61	64	67
Світлодіодний світильник KH-HS3-10- 220 / KH-HS3-10-12	0	0	0	16	20	28	34	44	49	56	59	62
	50	30	10	18	22	29	35	45	51	58	61	65
	50	50	10	21	25	33	40	49	55	61	64	67
	70	50	10	27	32	39	45	54	59	63	68	70
	70	50	30	28	33	42	49	60	65	73	77	80

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Світильники офісні L-office 25XP-G/5850/62; L-OFFICE 25/3025/32; СД-45БТ в тон. корпусі	0	0	0	9	12	17	21	28	32	37	40	43
	50	30	10	11	14	19	23	30	35	41	44	48
	50	50	10	13	17	23	28	36	40	45	48	51
	70	50	10	18	23	29	34	42	46	52	54	57
	70	50	30	22	25	31	37	46	51	58	61	65
	0	0	0	12	16	22	28	36	40	45	48	50
Накладні стельові світильники світлодіодні СД-36; СД-70	50	30	10	13	17	24	29	37	41	47	49	52
	50	50	10	16	20	27	32	40	44	49	51	53
	70	50	10	20	25	31	36	44	48	52	54	56
	70	50	30	20	26	34	40	48	52	58	61	64
Офісні стельові світильники світлодіодні СД-35Б; СД-35; СД-50	0	0	0	12	15	21	25	32	36	41	43	46
	50	30	10	15	19	25	30	36	40	45	47	49
	50	50	10	19	23	28	33	39	42	47	49	50
	70	50	10	20	24	29	34	40	44	48	50	52
	70	50	30	21	25	31	37	44	48	54	56	59
	0	0	0	8	10	13	15	19	21	24	25	26
Накладні стельові світильники світлодіодні СД-17; СД-26	50	30	10	11	15	20	24	30	34	38	40	42
	50	50	10	14	18	23	27	32	36	40	42	44
	70	50	10	19	22	27	32	38	42	47	49	51
	70	50	30	19	23	29	34	42	47	53	56	59

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Світлодіодний світильник L-SCHOOL 24/2904/30	0	0	0	10	12	16	19	24	27	30	32	34
	50	30	10	14	18	24	29	37	42	48	52	53
	50	50	10	16	21	27	32	40	45	50	54	56
	70	50	10	22	28	35	41	50	55	61	65	67
	70	50	30	23	29	37	43	54	60	68	73	76
Промисловий світильник світлодіодний СД-42	0	0	0	15	18	24	28	35	39	44	46	48
	50	30	10	19	22	29	34	41	45	50	52	55
	50	50	10	24	26	33	38	44	48	52	54	56
	70	50	10	23	28	34	39	46	50	55	57	59
	70	50	30	26	30	37	43	51	55	51	64	67
Світлодіодні світильники L-industry 36 L-industry 48;	0	0	0	16	20	28	34	44	49	56	59	62
	50	30	10	18	22	29	35	45	51	58	61	65
	50	50	10	21	25	33	40	49	55	61	64	67
	70	50	10	27	32	39	45	54	59	63	68	70
	70	50	30	28	33	42	49	60	65	73	77	80
Промислові світлодіодні світильники L-INDUSTRY 24/2904/30/; L-INDUSTRY 72/8712/90/	0	0	0	9	12	17	21	28	32	37	40	43
	50	30	10	11	14	19	23	30	35	41	44	48
	50	50	10	13	17	23	28	36	40	45	48	51
	70	50	10	18	23	29	34	42	46	52	54	57
	70	50	30	22	25	31	37	46	51	58	61	65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Світильник світлодіодний L-industry 96	0	0	0	12	16	22	28	36	40	45	48	50
	50	30	10	13	17	24	29	37	41	47	49	52
	50	50	10	16	20	27	32	40	44	49	51	53
	70	50	10	20	25	31	36	44	48	52	54	56
	70	50	30	20	26	34	40	48	52	58	61	64

Таблиця 1.4

Варіанти завдання до практичної роботи

Номер варіанта	Найменування приміщення	Розміри приміщення			Коефіцієнт відбиття, %			
		A, м	B, м	H, м	стелі ρ_n	стін ρ_c	робочої поверхні ρ_n	
1	Аналітична лабораторія	12	10	4	50	50	10	10
2	Хімічна лабораторія	16	12	3	50	30	10	10
3	Конструкторське бюро	16	14	3,5	70	50	10	10
4	Столярна майстерня	18	15	4,5	50	30	10	10
5	Ремонтна майстерня	14	12	4	50	50	10	10
6	Конференц-зал	15	15	5	70	50	10	10
7	Аудиторія навчальна	35	12	4,5	70	50	30	30
8	Кабінет інформатика та обчислювальної техніки	27	15	6	70	50	30	30
9	Кабінет технічного креслення та малювання	12	12	4	70	50	30	30
10	Спортивний зал	20	28	5,5	70	50	10	10
11	Актовий зал	35	25	6	50	50	10	10
12	Офісне приміщення	10	7	3,5	70	50	30	30

$$h = H_0 - h_c; h_c = (0,2 - 0,25)H_0; H_0 = H - h_p; H_n = h + h_p,$$

де H – висота приміщення, м;

H_0 – відстань від стелі до робочої поверхні, м;

H_n – висота підвішування світильника над підлогою, м;

h – висота підвішування світильника над освітлюваною поверхнею, м;

h_c – відстань від стелі до світильника, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

L – відстань між центрами світильників, м;

l – відстань від стіни до центра світильника, м.

Висота підвішування світильника залежить від висоти приміщення, потужності лампи, типу світильника і системи освітлення. Так, мінімально висота над підлогою світильників загального освітлення з лампами розжарювання від 2,5 до 4 м при потужності ламп до 200 Вт і від 3 до 6 м при потужності ламп більше 200 Вт. Мінімальна висота підвішування світильників або світлових смуг над підлогою з числом ламп до 4 – від 2,6 до 4 м, при 4 і більше – від 3,2 до 4,5 м.

Число світильників у приміщенні визначається за формулою:

$$N = \frac{S}{L^2}. \quad (1.3)$$

За знайденим значенням світлового потоку Φ (табл. 1.3) вибирається найближча стандартна лампа, світловий потік якої не повинен відрізнятися від Φ більше ніж $-10...+20\%$. При неможливості вибору з таким наближенням корегується число світильників N .

Фактична освітленість, лк:

$$E_\phi = E_n \frac{\Phi_n}{\Phi_p}, \quad (1.4)$$

де Φ_n – світловий потік обраної лампи, лм;

Φ_p – світловий потік лампи, отриманої за розрахунком, лм.

Загальна потужність освітлювальної установки P_3 , Вт, визначається за формулою:

$$P_3 = P_{\text{л}} N, \quad (1.5)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність обраної лампи.

Кількість світильників, необхідних для створення заданого освітлення, розраховується за формулою:

$$N = \frac{E_{\text{min}} S K_3 Z}{n \Phi_{\text{л}} \eta}, \quad (1.6)$$

де $n \Phi_{\text{л}}$ – сумарний світловий потік ламп, встановлених в одному світильнику (n – кількість ламп; $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лм).

Порядок виконання роботи

1. Отримати варіант завдання.
2. Вибрати тип світлодіодного світильника та вибрати систему освітлення.
3. Обґрунтувати нормовану освітленість на робочих поверхнях заданого об'єкта.
4. Вибрати схему розташування та визначити необхідну кількість світильників.
5. Оцінити коефіцієнт запасу освітленості k і коефіцієнт нерівномірності освітлення Z .
6. Розрахувати індекс приміщення i . Знайти коефіцієнт використання світлового потоку η .
7. Розрахувати світловий потік лампи $\Phi_{\text{л}}$, який необхідно забезпечити на об'єкті для необхідної освітленості E_{min} .
8. Розрахувати потужність освітлювальної системи.

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, проведених розрахунків за встановленою формою та їхнього аналізу, а також висновку.

Контрольні питання

1. Призначення штучного освітлення та чому воно є важливим у виробничих приміщеннях?
2. Які основні види штучних джерел світла застосовуються в сучасних освітлювальних установках?
3. Що таке світлодіод (LED) та з яких основних елементів складається його конструкція?
4. Як формується позначення світлодіодів і що означають окремі елементи маркування?
5. У яких сферах найчастіше застосовуються світлодіодні технології освітлення та які їхні основні переваги?

Практична робота № 2

Тема: Розрахунок шуму у виробничих приміщеннях.

Мета роботи: розрахувати рівень звукового тиску на робочому місці. Розробити заходи зі зниження рівня звукового тиску до нормативних значень.

Теоретична частина

Джерелами шуму на різних підприємствах можуть бути: виробниче й енергетичне обладнання, компресорні та насосні станції, вентиляторні установки, трансформаторні підстанції, продукція підприємств та її перевірка на стендах (двигуни внутрішнього згоряння, авіаційні двигуни, компресори тощо).

Основною шумовою характеристикою джерел шуму є рівні звукової потужності в октавних смугах частот. Шумові характеристики обладнання наводяться в паспорті на це обладнання або в інструкції з експлуатації.

Для проведення акустичного розрахунку необхідно обрати розрахункові точки. Для джерел, що випромінюють шум у навколишнє середовище, розрахункову точку обирають на відстані 2 м від площини вікон найближчих будівель, на висоті 1,2 м від поверхні землі.

На території промислових підприємств звичайно обирають дві або три розрахункові точки.

У разі випромінювання шуму в приміщення (наприклад, від вентиляційної системи) або якщо саме джерело шуму розташоване в приміщенні з нормованим рівнем, розрахункові точки вибирають у середині цього приміщення.

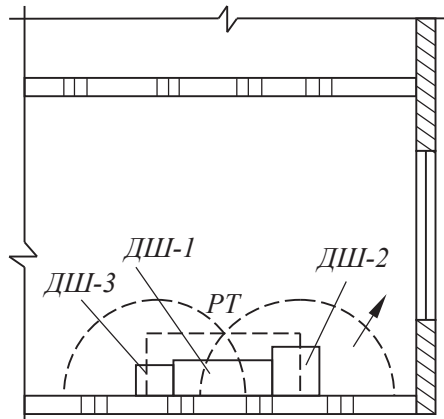


Рис. 2.1. Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ

В останньому випадку вибирають одну або дві розрахункові точки на робочих місцях: першу – в зоні дії лише відбитого звуку, другу – в зоні спільної дії прямого та відбитого звуку. В обох випадках розрахункові точки повинні знаходитися на рівні вуха робітника (на висоті 1,2...1,5 м від підлоги).

У приміщенні, що розглядається, встановлено кілька різних джерел шуму (рис. 2.1), очікувані рівні звукового тиску від усіх джерел в обраних розрахункових точках (на робочих місцях) визначаються за формулою:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \alpha_i}{S_i} + \frac{4}{B_{\text{ш}}} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right), \quad (2.1)$$

де $\Delta_i = 10^{0,1L_{pi}}$ – визначається за табл. 2.1;

$L_{pi} = k$, L_{pi} – активний рівень звукової потужності, що випромінюється i -м джерелом шуму, дБ;

S – площа уявної поверхні правильної геометричної форми, що оточує джерело та проходить через розрахункову точку, м².

Для невеликих джерел, у яких $2l_{\text{max}} < r$ (l_{max} – максимальний габаритний розмір джерела шуму, м);

r_i – відстань від розрахункової точки до акустичного центра (проекція геометричного центру машини на горизонтальну площину);

i_2 – джерело шуму, приймається $S_i = 2\pi r_i^2$;

α_i – емпіричний коефіцієнт, що враховує вплив ближнього поля та приймається залежно від відношення відстані r_i до мак-

симального габаритного розміру i -го джерела за графіком (рис. 2.2) (при $2l_{\text{max}} < r$; $\alpha = 1$);

$B_{\text{ш}}$ – постійна приміщення, м².

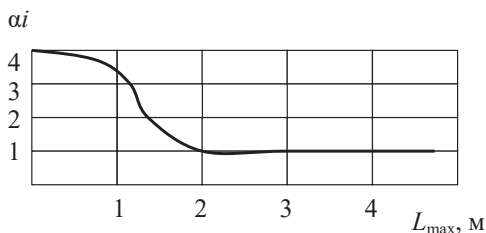


Рис. 2.2. Графік для визначення параметра α

Постійна приміщення B характеризує його повне звукопоглинання.

Розрахунки, які дозволяють знайти еквівалентну площу звукопоглинання, досить складні і не завжди співпадають з характеристиками, отриманими експериментально. Тому прийнято визначити всі характеристики, приймаючи постійну приміщення первинною величиною, отриманою експериментально на основі узагальнення результатів вимірювань у багатьох приміщеннях.

Постійну приміщення B акустично необробленого приміщення знаходять множенням постійної приміщення на середньогеометричній частоті 1000 Гц (B_{1000}) на частотний множник μ ($B = B_{1000}$).

Постійна приміщення B_{1000} визначається за графіком (рис. 2.3). Вибір індексу прямої (a - z) при користуванні графіком визначається за табл. 2.1. Значення частотного множника μ наведені в табл. 2.2.

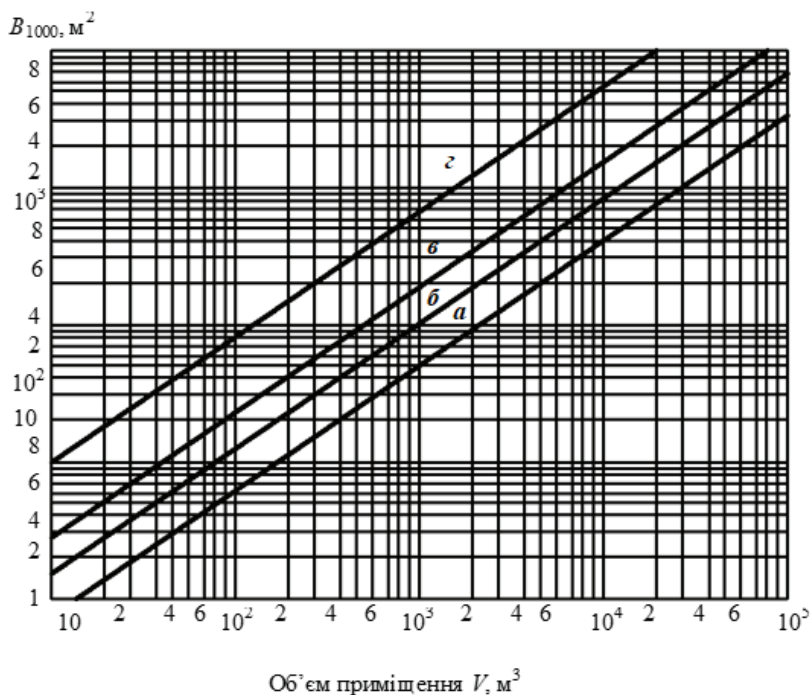


Рис. 2.3. Графік для визначення постійної приміщення B_{1000}

Таблиця 2.1

Вибір індексу прямої на рис. 2.3

Опис приміщення	Індекс прямої на рис. 2.3
Без меблів, з невеликою кількістю людей (металообробні цехи, вентиляційні камери, генераторні, машинні зали, випробувальні стенди і т. д.)	<i>a</i>
З жорсткими меблями або з невеликою кількістю людей та м'яких меблів (лабораторії, деревообробні цехи і т. д.)	<i>б</i>
З великою кількістю людей та м'яких меблів (робочі приміщення адміністративних будівель, конструкторські зали, аудиторії і т. д.)	<i>в</i>
Приміщення зі звукопоглинальним облицюванням стелі та частини стін	<i>г</i>

Таблиця 2.2

Значення частотного множника μ

Об'єм приміщення, м ³	Середньогогеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V \leq 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200-500$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 500$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Необхідне зниження рівня звукового тиску в розрахунковій точці від одного джерела шуму визначається як різниця очікуваного рівня звукового тиску в розрахунковій точці до здійснення заходів зі зниження шуму L та допустимого рівня $L_{\text{доп}}$:

$$\Delta L_{\text{н}} = L - L_{\text{доп}}, \text{ дБ.} \quad (2.2)$$

У замкнених приміщеннях з шумним обладнанням розраховують необхідне зниження при одночасній роботі всіх джерел:

$$\Delta L_{\text{н.заг}} = L_{\text{заг}} - L_{\text{доп}}, \text{ дБ,} \quad (2.3)$$

де $L_{\text{заг}}$ – октавний рівень звукового тиску в розрахунковій точці від усіх джерел шуму, дБ; визначається за формулою (2.1).

Вибір заходів зі зниження шуму

При плануванні приміщень усередині будівель необхідно передбачити максимально можливе віддалення тихих та малошумних приміщень від приміщень з інтенсивними джерелами шуму.

Для зменшення шуму в приміщенні з джерелами його випромінювання використовуються наступні акустичні заходи:

- кабіни спостереження, дистанційне управління та спеціальні бокси для найбільш шумного обладнання;
- звукоізолюючі кожухи, акустичні екрани та вигородки;
- вібродемпфіруючі покриття на віброуючі поверхні;
- звукопоглинаюче облицювання стелі та стін або штучні звукопоглиначі;
- звукоізолювання кабіни та зони відпочинку для обслуговуючого персоналу.

Необхідну звукоізоляцію повинні мати такі приміщення, які організаційно належать до розглядуваної виробничої ділянки (приміщення майстра, комори, контори тощо).

Методика розрахунку

Основними фізичними характеристиками шуму є рівні інтенсивності звуку та рівні звукового тиску.

Рівень інтенсивності (сили звуку) визначають за формулою

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}, \quad (2.4)$$

де $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ – інтенсивність звуку, яка відповідає порогу чутиності на частоті 1000 Гц.

Цей рівень можна визначити і за звуковим тиском, оскільки інтенсивність звуку пропорційна квадрату звукового тиску:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}, \quad (2.5)$$

де P_0 – пороговий звуковий тиск, обраний таким чином, щоб при нормальних атмосферних умовах рівні звукового тиску дорівнювали рівням інтенсивності, тобто $P_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ на частоті 1000 Гц.

Знаходження величини

Одиниці / Десятки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Delta = 10^{+0,1K}$										
0	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8
1	1×10^1	$1,3 \times 10^1$	$1,6 \times 10^1$	2×10^1	$2,5 \times 10^1$	$3,2 \times 10^1$	4×10^1	5×10^1	$6,3 \times 10^1$	8×10^1
2	1×10^2	$1,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	2×10^2	$2,5 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	4×10^2	5×10^2	$6,3 \times 10^2$	8×10^2
3	1×10^3	$1,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	2×10^3	$2,5 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$	4×10^3	5×10^3	$6,3 \times 10^3$	8×10^3
4	1×10^4	$1,3 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	2×10^4	$2,5 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	5×10^4	$6,3 \times 10^4$	8×10^4
5	1×10^5	$1,3 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	2×10^5	$2,5 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	4×10^5	5×10^5	$6,3 \times 10^5$	8×10^5
6	1×10^6	$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	2×10^6	$2,5 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	4×10^6	5×10^6	$6,3 \times 10^6$	8×10^6
7	1×10^7	$1,3 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	2×10^7	$2,5 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$	4×10^7	5×10^7	$6,3 \times 10^7$	8×10^7
8	1×10^8	$1,3 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	2×10^8	$2,5 \times 10^8$	$3,2 \times 10^8$	4×10^8	5×10^8	$6,3 \times 10^8$	8×10^8
9	1×10^9	$1,3 \times 10^9$	$1,6 \times 10^9$	2×10^9	$2,5 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$	4×10^9	5×10^9	$6,3 \times 10^9$	8×10^9
10	1×10^{10}	$1,3 \times 10^{10}$	$1,6 \times 10^{10}$	2×10^{10}	$2,5 \times 10^{10}$	$3,2 \times 10^{10}$	4×10^{10}	5×10^{10}	$6,3 \times 10^{10}$	8×10^{10}
11	1×10^{11}	$1,3 \times 10^{11}$	$1,6 \times 10^{11}$	2×10^{11}	$2,5 \times 10^{11}$	$3,2 \times 10^{11}$	4×10^{11}	5×10^{11}	$6,3 \times 10^{11}$	8×10^{11}
$\Delta = 10^{-0,1K}$										
0	1	0,8	0,63	0,5	0,4	0,32	0,25	0,2	0,16	0,13
1	1×10^{-1}	$0,8 \times 10^{-1}$	$0,63 \times 10^{-1}$	$0,5 \times 10^{-1}$	$0,4 \times 10^{-1}$	$0,32 \times 10^{-1}$	$0,25 \times 10^{-1}$	$0,2 \times 10^{-1}$	$0,16 \times 10^{-1}$	$0,13 \times 10^{-1}$

Величину рівня інтенсивності застосовують при отриманні формул акустичних розрахунків, а величину рівня звукового тиску – для вимірювання шуму та оцінки його впливу на людину, оскільки органи слуху чутливі до середньоквадратичного звукового тиску.

Якщо в приміщенні діють декілька джерел шуму, то їхні інтенсивності підсумовуються. При цьому вважається, що джерела некогерентні, тобто створювані, або тиски мають довільні фази:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = I_1 + I_2 + \dots + I_n.$$

Рівень інтенсивності при одночасній роботі цих джерел отримаємо, поділивши ліву та праву частину даного виразу на I_0 та прологарифмувавши:

$$10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \left(\frac{I_1}{I_0} + \frac{I_2}{I_0} + \dots + \frac{I_n}{I_0} \right)$$

$$L = 10 \lg \cdot (10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n})$$

або

$$L = 10 \lg \cdot \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}, \text{ дБ.} \quad (2.6)$$

Якщо джерела шуму однакові, то сумарний рівень інтенсивності шуму L у рівновіддаленій від них точці визначають за формулою:

$$L = L_1 + 10 \lg n, \text{ дБ,} \quad (2.7)$$

де L_1 – рівень інтенсивності шуму одного джерела;
 n – кількість джерел шуму.

Величину $10 \lg n$ можна визначити за табл. 2.4.

Таблиця 2.4

**Таблиця складання рівнів звукового тиску
для однакових джерел шуму**

Кількість джерел шуму n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	100
Добавка до рівня інтенсивності джерела шуму $10\lg n$	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	16	20

При спільній дії двох різних джерел з рівнями інтенсивності шуму L_1 та L_2 сумарний рівень інтенсивності шуму

$$L = L_1 + \Delta L, \text{ дБ}, \quad (2.8)$$

де L_1 – більший з двох прогумованих рівнів;

ΔL – добавка, визначається за даними табл. 2.5.

Таблиця 2.5

**Таблиця складання рівнів звукового тиску
для різних джерел шуму**

Різниця рівнів шуму $L_1 - L_2$, дБ	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	15	20
Величина ΔL , яка додається до більшого з рівнів шуму, дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Таблиця 2.6

**Нормативні рівні звукового тиску та рівні звуку
на постійних робочих місцях (ДСН 3.3.6.037-99)**

Призначення приміщення	Рівень звукового тиску, дБ, при середньо-геометричній частоті октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приміщення та дільниці точного збирання, машинописне бюро	83	74	68	60	57	55	54	54

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лабораторії, приміщення для розміщення «шумних» агрегатів рахунково-обчислювальних машин (табуляторів, перфаторів, магнітних барабанів і т. д.)	94	87	82	78	75	73	71	70
Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях на території підприємства	95	87	82	78	75	73	71	69

Порядок виконання роботи

1. Отримати варіант завдання для виконання розрахунку.
2. На схемі приміщення обрати розрахункову точку для проведення акустичного розрахунку.
3. Визначити нормативні рівні звукового тиску ($L_{\text{доп}}$) для розрахункової точки.
4. Визначити шляхи розповсюдження шуму від джерел до розрахункової точки.
5. Визначити необхідне зниження рівня звукового тиску $\Delta L_{\text{н. заг.}}$ у розрахункових точках.
6. Вибрати заходи для забезпечення нормативного рівня звукового тиску в розрахункових точках.
7. Зробити висновок.

Завдання до практичної роботи

Визначити необхідне зниження шуму, коли джерело шуму та розрахункова точка розташовані в одному зачиненому приміщенні.

У виробничому приміщенні (рис. 2.4, де r – відстань від джерел шуму до розрахункової точки) об'ємом 3850 м³ (категорія «б» табл. 2.1) розміщено рівномірно десять джерел шуму (станків) двох типів: п'ять джерел одного типу, позначених 1, та

п'ять – другого, позначення – 2. Рівні звукової потужності, що випромінюються кожним джерелом першого типу (L_{P1}) та другого (L_{P2}) наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Рівні звукової потужності

Номер варіанта	Вели- чина, дБ	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L_{P1}	78	80	84	85	85	84	80	80
	L_{P2}	82	88	85	87	87	86	86	84
2	L_{P1}	74	80	82	80	79	82	78	73
	L_{P2}	75	78	79	80	79	77	72	63
3	L_{P1}	84	85	87	94	97	94	88	86
	L_{P2}	78	85	85	84	85	81	81	80
4	L_{P1}	66	66	71	75	74	71	64	57
	L_{P2}	87	90	93	93	89	90	87	80
5	L_{P1}	81	82	83	86	85	84	90	84
	L_{P2}	87	88	88	97	89	86	89	76
6	L_{P1}	92	95	94	95	95	90	93	92
	L_{P2}	85	90	92	92	92	89	86	87
7	L_{P1}	83	83	89	89	90	91	90	89
	L_{P2}	99	106	110	111	113	113	112	114
8	L_{P1}	96	104	104	105	104	102	99	95
	L_{P2}	81	86	84	86	85	81	80	75
9	L_{P1}	97	99	100	99	98	97	96	96
	L_{P2}	90	94	100	101	98	94	95	90
10	L_{P1}	89	95	97	98	97	94	96	96
	L_{P2}	85	91	90	97	96	96	96	93
11	L_{P1}	76	81	80	78	79	76	72	70
	L_{P2}	66	68	76	78	74	72	72	72
12	L_{P1}	53	64	80	78	74	75	72	71
	L_{P2}	65	70	69	72	70	69	60	52

Розрахункова точка розташована всередині приміщення, між станками, на висоті 1,5 м від підлоги. Відстань від акустичних центрів джерел до розрахункової точки $r_1 = r_5 = 12,8$ м; $r_2 = r_4 = 7,5$ м; $r_3 = 3,2$ м; $r_6 = r_{10} = 12,8$ м; $r_7 = r_9 = 7,3$; $r_8 = 3,7$ м. Максимальний розмір будь-якого з розглянутих джерел не перевищує $L_{\max} = 1,8$ м.

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, проведених розрахунків за встановленою формою та їхнього аналізу, а також висновку.

Контрольні питання

1. Що є виробничим шумом?
2. Що таке частотний спектр шуму?
3. Що таке швидкість розповсюдження звукових коливань і від чого вона залежить?
4. На які діапазони частот діляться виробничі шуми?
5. Що таке децибели звукового тиску, інтенсивності та потужності шуму?

Практична робота № 3

Тема: Розрахунок захисного заземлення.

Мета роботи: визначити основні параметри заземлення – число, розміри та порядок розміщення поодиноких заземлювачів і заземлюючих провідників, при яких напруга дотику та кроку в період замикання фази на заземлений корпус не перевищують допустимих значень.

Теоретична частина

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих невідповідних частин, які можуть опинитися під напругою. **Мета захисного заземлення** – знизити до безпечного значення напругу відносно землі на металевих частинах обладнання, які в нормальному режимі не перебувають під напругою. Внаслідок замикання на корпус заземленого обладнання знижується напруга дотику і, як наслідок, струм, що проходить через людину, при дотику до корпусів.

Захисне заземлення може бути ефективним тільки в тому випадку, якщо струм замикання на землю не збільшується зі зменшенням опору заземлення розтіканню струму в землі. Це можливо тільки в мережах з ізолюваною нейтраллю, де при короткому замиканні струм I_z майже не залежить від опору R_z , а визначається переважно опором ізоляції проводів.

Заземлювальні пристрої поділяють на виносні та контурні. Виносний заземлювальний пристрій зазвичай застосовують у мережах з малими струмами замикання на землю, тоді як контурний – у мережах з великими струмами.

Згідно з ПУЕ, заземлення електроустановок необхідно виконувати:

- при напрузі 380 і вище змінного струму та 440 і вище постійного струму – у всіх електроустановках;

- при напрузі вище 42 В, але нижче 380 В змінного струму і від 110 В до 440 В постійного струму – в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних та зовнішніх установках;

- у вибухонебезпечних приміщеннях – при будь-якій напрузі.

Для заземлювальних пристроїв у першу чергу слід використовувати природні заземлювачі:

- водопровідні труби, що прокладені в землі;
- металеві конструкції будівель та споруд, що мають надійне з'єднання із землею;
- металеві оболонки кабелів (крім алюмінієвих);
- обсадні труби артезіанських свердловин.

Забороняється як заземлювачі використовувати трубопроводи з горючими рідинами та газами, а також труби теплотрас.

Природні заземлювачі повинні мати приєднання до заземлювальної мережі не менше, ніж у двох різних місцях.

Як штучні заземлювачі застосовують:

- сталеві труби із товщиною стінок 3,5 мм, довжиною 2...3 м;
- смугову сталь завтовшки не менше 4 мм;
- кутову сталь завтовшки не менше 4 мм;
- пруткову сталь діаметром не менше 10 мм, довжиною до 10 м і більше.

Усі елементи заземлювального пристрою з'єднуються між собою з допомогою зварювання, місця зварювання покриваються бітумним лаком. Допускається приєднання заземлюючих провідників до корпусів електрообладнання за допомогою болтів.

Розрахунок захисного заземлення. Розрахунок захисного заземлення має на меті визначити число вертикальних заземлювачів та їхні розміри; розміщення заземлювачів; довжини сполучних горизонтальних провідників та їхнього перетину. Розрахунок заземлення може проводитися як за допустимим опором розтікання струму заземлювача, так і за допустимою напругою дотику та кроку.

Нині розрахунок заземлювальних пристроїв у більшості випадків виконують за допустимим опором. При цьому переважно застосовують метод коефіцієнта використання (за умови однорідної структури ґрунту) і рідше – метод наведених потенціалів (коли ґрунт вважається двошаровим).

Методика розрахунку

1. Визначаємо допустимий опір заземлювального пристрою (за нормативами, наведеними в табл. 3.1).

Визначаємо питомий опір ґрунту за даними табл. 3.2:

$[\rho] = \text{Ом} \cdot \text{м}$ (для двох типів середовищ):

$$\rho = \frac{l}{\frac{\Delta l_1}{\rho_1} + \frac{\Delta l_2}{\rho_2}}. \quad (3.1)$$

2. Вибираємо матеріал і розміри заземлювачів (за номером варіанта). Для обраного типу і розмірів визначаємо опір розтіканню одного заземлювача (табл. 3.3).

Наприклад: вибираємо трубчастий чи стрижневий заземлювач у землі. Для нього опір розтіканню

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (3.2)$$

де l – довжина труби, м;

d – зовнішній діаметр труби, м;

t – глибина закладання труби, рівна відстані від поверхні землі до середини труби, м;

t_0 – глибина закладання труби від поверхні землі, м ($t_0 > 0,5$ м):

$$t = t_0 + \frac{1}{2}l. \quad (3.3)$$

3. Якщо опір одиничного заземлювача не більше необхідного опору штучних заземлювачів ($R_1 < R_d$), то приймаємо один штучний заземлювач. При $R_1 > R_d$ необхідно застосовувати декілька штучних заземлювачів, з'єднаних паралельно.

4. Визначаємо необхідне число рівнобіжно з'єднаних заземлювачів:

$$n' = \frac{R_1}{\eta_B \cdot R_d}, \quad (3.4)$$

де η_B – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, що враховує їхнє взаємне екранування. На початку приймаємо $\eta_B = 1$. Отримане число заземлювачів округляємо до цілого числа n , знаходимо фактичний коефіцієнт використання заземлювачів η_Φ за таблицею 3.4 і визначаємо фактичний опір вертикальних заземлювачів:

$$R_{B\Phi} = \frac{R_1}{\eta_\Phi \cdot n}. \quad (3.5)$$

5. Для зв'язку вертикальних заземлювачів застосовуємо сполучну смугу. Опір розтіканню сполучної смуги визначаємо як:

$$R_{1C} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt} \quad (3.6)$$

$$l \gg d; \quad l \gg 4t.$$

Наприклад: опір розтіканню протяжного заземлювача круглого перетину, розташованої в землі (див. рис. табл. 3.3).

Довжину смуги, що з'єднує вертикальні заземлювачі, обчислюємо за формулою:

$$l = 1,05 \, an \text{ по контуру}, \quad l = 1,05 \, a(n - 1) \text{ в ряд}, \quad (3.7)$$

де n – число електродів;

a – відстань між електродами, приймаємо рівною 1,0...3,0 довжини електрода:

$$a = (l - 3) l_{\text{ЕЛ}}, \quad (3.8)$$

де $l_{\text{ЕЛ}}$ – довжина вертикального заземлювача.

З урахуванням коефіцієнта використання смуги (горизонтального електрода або горизонтального заземлювача) η_{Γ} опір сполучної смуги:

$$R_C = \frac{R_{IC}}{\eta_{\Gamma}}; \quad (3.9)$$

η_{Γ} визначаємо за табл. 3.5.

Фактичний опір заземлювального пристрою, що складається з вертикальних заземлювачів і з'єднувальної смуги, визначаємо з урахуванням їхньої паралельної взаємодії та коефіцієнтів:

$$R_3 = \frac{R_{ВФ} \cdot R_C}{R_{ВФ} + R_C}. \quad (3.10)$$

Отриманий еквівалентний опір повинен бути $R_3 < R_{\text{д}}$.

Таблиця 3.1

Допустимий опір заземлювальних пристроїв

Характеристика установок	Найбільший допустимий опір заземлення, Ом
1. Електроустановки напругою вище 1000 В	
Захисне заземлення в установках з великими струмами замикання на землю ($I_3 = 500$ А)	0,5
Захисне заземлення в установках з малими струмами замикання на землю ($I_3 = 500$ А):	
а) якщо заземлювальний пристрій одночасно використовується для установок напругою до 1000 В;	$\frac{125}{I_3} < 10$, якщо немає обмежень зі сторони установок до 1000 В
б) якщо заземлювальний пристрій використовується тільки для установок напругою вище 1000 В	$\frac{250}{I_3} < 10$
2. Електроустановки напругою до 1000 В	
Захисне заземлення всіх установок	4
Захисне заземлення при сумарній потужності трансформаторів або генераторів до 100 кВА	10

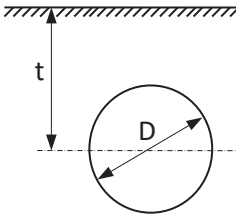
Таблиця 3.2

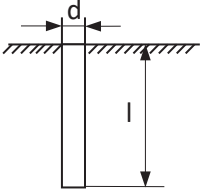
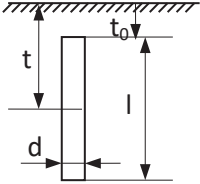
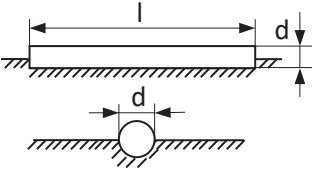
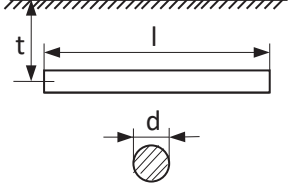
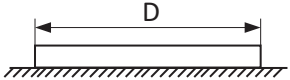
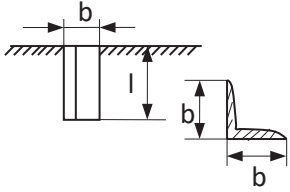
Питомі електричні опори ґрунтів та води

Ґрунт, вода	Питомий опір, Ом·м		
	При вологості 10...12 % до маси ґрунту	Можливі межі коливань	Розрахунковий опір, $\rho_{\text{екв}}$
Глина	40	8...70	60
Гравій, щебінь	—	—	2000
Каменистий ґрунт	—	500...8000	4000
Лес	—	—	250
Пісок	700	400...2500	50
Садова земля	40	30...60	50
Скалистий ґрунт	—	$10^4 \dots 10^7$	—
Суглинок	100	40...150	100
Супісок	300	150...400	300
Торф	20	—	20
Чорнозем	200	9...53	30
Вода у струмках		10...60	30
Вода ґрунтова		20...70	40
Вода морська		0,2...1	0,6
Вода ставкова		40...50	50
Вода річкова		10...100	60

Таблиця 3.3

Формули для розрахунку опору поодиноких заземлювачів розтіканню струму в однорідному ґрунті

Тип заземлювача	Схема	Формула
1	2	3
1. Кульовий у землі		$R = \frac{\rho}{2\pi D} \left(1 + \frac{D}{4t} \right)$ $2t \gg D$

1	2	3
2. Стрижневий круглого перетину (трубчастий), біля поверхні землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$ $l \gg d$
3. Стрижневий круглого перетину (трубчастий) у землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$ $l \gg d; t_0 \geq 0,5m$
4. Протяжний круглого перетину на поверхні землі (стрижень, труба, смуга, кабель і т. п.)		$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$ $l \gg d;$
5. Протяжний у землі (стрижень, труба, смуга, кабель і т. п.)		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt}$ $l \gg d; l \gg 4t$
6. Кругла пластина на поверхні землі		$R = \frac{\rho}{2D}$
7. Кутковий у поверхні землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{b}$ $l \gg b$

1	2	3
8. Кутковий у землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$ $l \gg b; t_0 \geq 0,5m$
9. Протяжний смуговий на поверхні землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{b}$ $l \gg b;$
10. Протяжний смуговий у землі		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}$ $l \gg b; l \gg 4t$

Примітка. У формулах таблиці ρ – розрахунковий питомий опір землі, Ом·м; розміри електродів (м) наведено на ескізах.

Таблиця 3.4

Коефіцієнти використання заземлювачів з труб або кутків без урахування впливу смуги зв'язку

Відношення відстані між трубами (кутками) до їхньої довжини	При розміщенні в ряд		При розміщенні по контуру	
	Число труб (кутків)			
1	2	3	4	5
1	2	0,84...0,87	4	0,66...0,72
	3	0,76...0,8	6	0,58...0,65
	5	0,67...0,72	10	0,52...0,58
	10	0,56...0,62	20	0,44...0,5
	15	0,51...0,56	40	0,38...0,44
	20	0,47...0,5	60	0,36...0,42

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
2	2	0,9...0,92	4	0,76...0,8
	3	0,58...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...0,7	60	0,52...0,58
3	2	0,93...0,95	4	0,84...0,86
	3	0,9...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...0,8	40	0,64...0,69
	20	0,74...0,79	60	0,62...0,67

Таблиця 3.5

Коефіцієнти використання η_c сполучної смуги заземлювачів з труб або кутків

Відношення відстані між заземлювачами до їхньої довжини	Число труб або кутків заземлювача					
	4	8	10	20	30	50
	При розташуванні смуги в ряді труб або кутків					
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
2	0,89	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
	При розташуванні смуги по контуру труб або кутків					
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,4	0,32	0,3	0,28
3	0,7	0,6	0,56	0,45	0,41	0,37

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методикою розрахунку захисного заземлення для електроустановки.
2. Отримати варіант завдання для виконання розрахунку захисного заземлення для електроустановки з напругою до 1000 В. Допустимий опір захисного заземлення $R_d = 4$ Ом (табл. 3.6).
3. Скласти звіт з виконаної роботи.

Таблиця 3.6

Вихідні дані для розрахунку захисного заземлення для електроустановки з напругою до 1000 В

Варіант	Тип заземлювача	Довжина, м	t_0 , м	Діаметр / ширина, мм	Грунт	Сполучна смуга	Діаметр / ширина
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Стрижневий	5	0,5	16	Глина	Протяжна смугова	30
2	Трубчастий	3	0,7	30	Чорнозем	Протяжна смугова	35
3	Кутковий	2,5	0,6	40	Садова земля	Протяжна круглого перерізу	25
4	Стрижневий	4,5	0,5	14	Чорнозем	Протяжна круглого перерізу	20
5	Трубчастий	2,8	0,7	28	Садова земля	Протяжна смугова	35
6	Кутковий	2,3	0,6	35	Глина	Протяжна круглого перерізу	25
7	Стрижневий	5,1	0,5	15	Садова земля	Протяжна круглого перерізу	30
8	Трубчастий	2,5	0,7	25	Чорнозем	Протяжна смугова	35

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Кутковий	2,3	0,6	45	Садова земля	Протяжна смугова	30
10	Стрижневий	4,8	0,5	13	Глина	Протяжна смугова	35
11	Трубчастий	2,7	0,7	35	Садова земля	Протяжна смугова	30
12	Кутковий	2,5	0,6	30	Чорнозем	Протяжна круглого перерізу	25
13	Стрижневий	4,3	0,5	16	Садова земля	Протяжна смугова	35
14	Трубчастий	2,9	0,7	30	Глина	Протяжна круглого перерізу	20
15	Кутковий	2,4	0,6	35	Чорнозем	Протяжна смугова	30

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, проведених розрахунків за встановленою формою та їхнього аналізу, а також висновку.

Контрольні питання

1. В яких випадках проводиться заземлення обладнання згідно з ПУЕ?
2. Що можна використовувати як природне заземлення у відповідності з ПУЕ?
3. Що використовується як штучні заземлювачі? Їхні параметри.
4. Вимоги, які ставляться до штучного заземлюючого пристрою (порядок підключення, глибина закладання і монтажу; матеріал, схема).
5. Що називають захисним заземленням, зануленням, відключенням?

Практична робота № 4

Тема: Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічних факторів.

Мета роботи: встановити клас умов праці залежно від фактичних концентрацій хімічних речовин.

Теоретична частина

Принципи класифікації умов праці:

1-ий клас – ОПТИМАЛЬНІ умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів установлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2-ий клас – ДОПУСТИМІ умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують установлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їхнє потомство в найближчому і віддаленому періодах.

3-ий клас – ШКІДЛИВІ умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1-ий ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни,

що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2-ий ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

3-ій ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4-ий ступінь (3.4) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності);

4-ий клас – НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Вміст шкідливих речовин у повітрі не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), які прийнято оцінювати в мг/м³.

Клас умов праці визначається залежно від того, у скільки разів фактична концентрація шкідливої речовини перевищує ГДК (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони
шкідливих речовин хімічного походження
(перевищення ГДК, разів)**

Шкідливі речовини	Клас умов праці					
	Допустимий	Шкідливий				Небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Шкідливі речовини 1–2 класів небезпечності за винятком перерахованих нижче	$\leq$ ГДК	1,1...3,0	3,1...6,0	6,1...10,0	10,1...20,0	$> 20,0$
Шкідливі речовини 3–4 класів небезпечності за винятком перерахованих нижче	$\leq$ ГДК	1,1...3,0	3,1...10,0	$> 10,0$		
Речовини, здатні спричинити гостре отруєння (з гостроспрямованим механізмом дії) або мають подразнювальні властивості	$\leq$ ГДК	1,1...2,0	2,1...4,0	4,1...6,0	6,1...10,0	$> 10,0 \times$
Канцерогени	$\leq$ ГДК	1,1...3,0	3,1...6,0	6,1...10,0	$> 10,0$	
Алергени	$\leq$ ГДК		1,1...3,0	3,1...10,0	$> 10,0$	
Речовини, переважно фіброгенної дії	$\leq$ ГДК	1,1...2,0	2,1...5,0	5,1...10,0	$> 10,0$	
Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)					+	
Наркотичні анальгетики			+			

+ Незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до даного класу.

× Перевищення вказаного рівня для речовин з гостроспрямованим механізмом дії може призвести до гострого отруєння працюючих.

Якщо в повітрі робочої зони знаходяться декілька шкідливих речовин, вони можуть мати односпрямовану або різноспрямовану дію на організм працюючих. До шкідливих речовин односпрямованої дії належать сполуки, подібні за хімічною будовою та характером впливу на організм людини.

Приклади поєднання речовин односпрямованої дії: спирти, кислоти, луги, ароматичні вуглеводні (ксилол і толуол, бензол та толуол, аміно- та нітросполуки, оксид вуглецю та нітросполуки).

Методика оцінки умов праці

залежно від вмісту в повітрі робочої зони
шкідливих речовин хімічного походження

Ступінь шкідливості умов праці встановлюється у відповідності з табл. 4.2 за максимальними концентраціями шкідливих речовин.

Таблиця 4.2

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м³	Переважаючий агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливості дії на організм людини
1	2	3	4	5
Азоту діоксид	2	п	2	Г
Азоту оксиди	5	п	3	Г
Азотна кислота	2	а	2	Г
Алюмінію оксид	6		4	Ф
Аміак	20	п	4	П
Азбестовий пил	2	а	3	Ф, К
Ацетон	20	п	4	П
Бензол	5	п	2	К
Бутанова (масляна) кислота	10	п	3	П

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
Вінілацетат	10	п	3	П
Водень фтористий	0,5	п	2	Г
Водню бромід	5	п	2	Г
Водню хлорид	0,3	п	1	Г
Водню цианід	20	п	4	Г
Вольфрамовий ангідрид	6		4	Ф
Вуглецю оксид	20	п	4	Ф, Г
Гексанова кислота	5	п	3	П
Гексан	300	–	4	–
Гідросульфід (сірководень)	10	п	2	Г
Гідрохлорид (соляна кислота)	5	а	2	Г
Етиловий спирт	1000	п	4	
Кремнію діоксид	1	а	3	Ф
Ксилол	50	п	3	Ф
Метанол	5	п	3	Г
Метиловий спирт	5	п	3	–
Мурашина кислота	1000	п	2	П
Озон	0,1	п	1	П
Оцтова кислота	5	п	3	П
Поліпропілен	10	п	3	–
Ртуть	0,01	п	1	Г
Сірки діоксид	10	п	3	П
Сірчана кислота	1	а	2	П

1	2	3	4	5
Сірчаний ангідрид	10	а	3	П
Толуол	50	п	3	Ф
Фенол	0,3	п	2	Г, А
Формальдегід	0,5	П	2	П, А
Хлор	1	П	2	Г, П
Хлору діоксид	0,1	П	1	Г
Хлору оксид	0,1	П	1	П, Г
Цементний пил	6	П	4	Ф

Примітка: Г – речовини гостроспрямованої дії, за вмістом яких у повітрі потребується автоматичний контроль; А – речовини, здатні викликати алергічні захворювання у виробничих умовах; К – канцерогени; Ф – аерозолі переважно фіброгенної дії; П – речовини подразнювальної дії; п – пари та (або) гази; а – аерозоль.

1. При одночасній дії в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії необхідно дотримуватися виконання умови:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (4.1)$$

де $C_1, C_2, \dots, C_n$ – фактичні концентрації відповідних шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

При дотриманні цього співвідношення умови праці вважаються допустимими (2-ий клас умов праці).

2. Оцінку умов праці при наявності в повітрі робочої зони двох або більше шкідливих речовин різноспрямованої дії виконують наступним чином:

а) присутність у повітрі будь-якого числа речовин, рівні впливу яких дорівнюють ступеню 3.1, не підвищують загальної шкідливості умов праці;

- б) три речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.2, переводять умови праці до ступеня 3.3;
- в) дві речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.3, підвищують ступінь шкідливості до ступеня 3.4;
- г) дві або більше речовин класу 3.3 не переводять умови праці в клас 4.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з оцінкою умов праці залежно від вмісту шкідливих речовин хімічного походження в повітрі робочої зони.
2. Вивчити методику оцінки умов праці залежно від вмісту шкідливих речовин хімічного походження в повітрі робочої зони.
3. Отримати варіант завдання для виконання оцінки умов праці (табл. 4.4, 4.5).
4. Скласти звіт з виконаної роботи. Оцінку умов праці при наявності в повітрі шкідливих речовин односпрямованої дії зробити за формулою (4.1). Результати оцінки умов праці при наявності в повітрі шкідливих речовин різноспрямованої дії записати у вигляді таблиці (табл. 4.3).
5. Зробити висновок про визначені умови праці залежно від вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Таблиця 4.3

Результати оцінки умов праці при наявності в повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження, які мають різноспрямовану дію на організм людини

№ варіанта	Назва речовини	Фактична концентрація, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Перевіщення ГДК, разів	Клас умов праці по кожній речовині (табл. 4.1)	Загальний клас умов праці

Таблиця 4.4

Вихідні дані для оцінки умов праці при наявності в повітрі шкідливих речовин різноспрямованої дії

№ варіанта	Назва речовини	Фактична концентрація, мг/м³
1	2	3
1	Цементний пил	38
	Ртуть	0,05
	Формальдегід	4
	Ацетон	23
	Азоту оксиди	57
2	Аміак	220
	Азбестовий пил	28
	Хлору оксид	0,8
	Толуол	530
	Ацетон	220
3	Вінілацетат	38
	Бутанова кислота	95
	Вольфрамовий ангідрид	73
	Поліпропілен	120
	Толуол	125
4	Фенол	0,9
	Озон	0,5
	Вольфрамовий ангідрид	36
	Поліпропілен	59
	Кремнію діоксид	12
5	Ртуть	0,08
	Сірчаний ангідрид	59
	Аміак	25
	Хлор	6
	Цементний пил	73

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
6	Ацетон	160
	Гексанова кислота	78
	Сірки діоксид	48
	Аміак	160
	Фенол	1,3
7	Цементний пил	45
	Азоту оксиди	27
	Ртуть	0,1
	Аміак	138
	Хлору оксид	0,3
8	Хлору оксид	1,1
	Ацетон	53
	Формальдегід	4,5
	Толуол	340
	Азбестовий пил	18
9	Хлор	8
	Сірчаний ангідрид	95
	Аміак	193
	Цементний пил	39
	Ртуть	0,2
10	Вольфрамовий ангідрид	42
	Бутанова кислота	53
	Толуол	48
	Поліпропілен	84
	Вінілацетат	23
11	Вольфрамовий ангідрид	56
	Озон	0,6
	Кремнію діоксид	8
	Поліпропілен	81
	Фенол	0,6

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
12	Кремнію діоксид	4
	Хлор	8
	Оцтова кислота	65
	Ацетон	130
	Вінілацетат	67
13	Сірки діоксид	39
	Фенол	1
	Гексанова кислота	40
	Аміак	48
	Ацетон	84
14	Бензол	43
	Вінілацетат	86
	Ксилол	280
	Озон	0,2
	Мурашина кислота	2835
15	Оцтова кислота	38
	Кремнію діоксид	7
	Вінілацетат	15
	Ацетон	100
	Хлор	3

Таблиця 4.5

Вихідні дані для оцінки умов праці при наявності в повітрі шкідливих речовин односпрямованої дії

№ варіанта	Назва речовини	Фактична концентрація, мг/м ³
1	2	3
1	Азоту діоксид	5
	Гексан	310
	Вуглецю оксид	22,6
	Формальдегід	0,4

Продовження таблиці 4.5

1	2	3
2	Гексанова кислота	8
	Бутанова кислота	10
	Сірчана кислота	1,6
	Азотна кислота	2,1
3	Фенол	0,3
	Оцтова кислота	6
	Водень фтористий	0,51
	Водню ціанід	23
4	Аміак	20
	Гідросульфід	10,2
	Формальдегід	0,8
	Гексан	298
5	Метиловий спирт	5,7
	Етиловий спирт	1250
	Метанол	8
	Фенол	0,8
6	Озон	0,3
	Азоту діоксид	3,2
	Формальдегід	1
	Вуглецю оксид	25
7	Формальдегід	0,35
	Соляна кислота	4,8
	Гексанова кислота	4,6
	Бутанова кислота	10,4
8	Сірчана кислота	1,3
	Гідрохлорид	7
	Формальдегід	0,6
	Оцтова кислота	5,5

Продовження таблиці 4.5

1	2	3
9	Хлору оксид	0,8
	Сірки діоксид	15
	Кремнію діоксид	3
	Алюмінію оксид	9
10	Сірки діоксид	12
	Аміак	25
	Азоту оксиди	6,8
	Фенол	0,4
11	Водню хлорид	0,9
	Гексанова кислота	8
	Водню бромід	9
	Соляна кислота	5,7
12	Ксилол	87
	Толуол	73
	Фенол	0,37
	Метанол	8,6
13	Соляна кислота	8
	Водень фтористий	0,65
	Гексанова кислота	8,7
	Водню бромід	9
14	Аміак	19,8
	Сірководень	16
	Азоту оксиди	7
	Сірки діоксид	10
15	Етиловий спирт	1340
	Метанол	5
	Фенол	0,32
	Метиловий спирт	7

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, проведених розрахунків за встановленою формою та їхнього аналізу, а також висновку.

Контрольні питання

1. Які умови праці належать до 1-го класу (оптимальних) та які основні ознаки їх характеризують?
2. Чим допустимі умови праці (2-ий клас) відрізняються від шкідливих умов праці (3 клас)?
3. На які ступені поділяються шкідливі умови праці 3-го класу та які наслідки для здоров'я працівників характерні для кожного ступеня?
4. Які умови праці належать до 4-го класу (небезпечних або екстремальних) та яку загрозу вони створюють для працівника?
5. Що таке гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі та в яких одиницях вона вимірюється?

Практична робота № 5

Тема: Розрахунок інтегральної бальної оцінки важкості праці на робочому місці.

Мета роботи: визначити важкість та напруженість праці для робочих місць різних професій.

Теоретична частина

Комплексну оцінку факторів робочого середовища проводять на основі методики фізіологічної класифікації важкості робіт.

Важкість праці – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність.

Важкість праці характеризується:

- фізичним динамічним навантаженням;
- масою вантажу, що підіймається та переміщується;
- загальною кількістю стереотипних робочих рухів;
- величиною статичного навантаження;
- робочою позою;
- ступенем нахилу корпусу;
- переміщенням у просторі.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться:

- інтелектуальні,
- сенсорні,
- емоційні навантаження,
- ступінь монотонності навантажень,
- режим роботи.

Небезпечний виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, який може бути причиною гострого захворювання або раптового погіршення здоров'я і смерті.

Залежно від кількісної характеристики рівнів і тривалості дії окремі шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними.

Методика розрахунку

Для визначення категорії важкості робіт кожен з чинників робочого середовища, який реально діє на людину (див. табл. 5.1), оцінюють за бальною шкалою і визначають інтегральну бальну оцінку важкості та напруженості праці.

Інтегральна бальна оцінка важкості та напруженості праці:

$$T = x_{\max} + \left[(6 - x_{\max}) \sum_{i=1}^n x_i \right] / [6(N-1)], \quad (5.1)$$

де $x_{\max}$ – найвища з отриманих окремих бальних оцінок;

N – загальна кількість факторів;

x_i – бальна оцінка за i -м з урахованих факторів (окрема бальна оцінка);

n – кількість врахованих факторів без урахування одного фактора $x_{\max}$.

Дана формула справедлива, якщо кожен з урахованих факторів діє протягом усього робочого дня, тобто 8 год (480 хв). Якщо який-небудь з факторів діє менше 8 годин, то його фактична оцінка

$$x_{\phi i} = x_i t_{numi} = x_i (t_i / 480), \quad (5.2)$$

де t_{numi} – питома вага часу дії i -го фактора в загальній тривалості робочого дня;

t – тривалість дії фактора, хв.

Таким чином, якщо за варіантом робіт виявиться, що який-небудь фактор діє менше 480 хв, то у формулу (5.1) в значенні x по даному фактору слід підставляти значення x_{ϕ} , що визначається за формулою (5.2).

Для зручності виконання завдання всі проміжні розрахунки слід заносити в табл. 5.2 у наступній послідовності (по кожному рядку):

- записати фактор середовища з варіанта (графа 1);
- позначити цей фактор як x_i (графа 2);

- виписати значення фактору з варіанта (графа 3);
- визначити, використовуючи дані табл. 5.1, величину фактора x_i в балах і занести результат у графу 4;
- вихідні дані з варіанта (табл. 5.3), дані i в балах (з табл. 5.1) та результати оцінки питомої ваги фактора робочого середовища, $x_{\phi i}$ зводять у табл. 5.2.

Таблиця 5.1

**Критерії для бальної оцінки факторів
робочого середовища**

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Температура повітря на робочому місці, °С:						
теплый період	18...20	21...22	23...28	29...32	33...35	> 35
холодний період	20...22	17...19	15...16	7...14	Ниже +7	–
Токсична речовина, кратність перевищення ГДК, разів	–	≤ 1	1,0...2,5	2,6...4,0	4,0...6,0	> 6
Промисловий пил, кратність перевищення ГДК, разів	–	≤ 1,0	1...5	6...10	11...30	> 30
Вібрація, перевищення ГДР, дБ	Ниже ГДР	На рівні ГДР	1...3	4...6	7...9	> 9
Промисловий шум, перевищення ГДР, дБ	< 1	Дорівнює ГДР	1...5	6...10	> 10	> 10 з вібрацією
Ультразвук, перевищення ГДР, дБ	< 1	Дорівнює ГДР	1...5	6...10	11...20	> 20

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	≤ 140	141...1000	1001...1500	1501...2000	2001...2500	> 2500
Освітленість робочого місця, лк:						
мін. об'єкт розрізн., мм	> 1	1,0...0,3	< 0,3	> 0,5	< 0,5	–
розряд роботи	5...9	3...4	1...2	4...9	1...3	–
Фізичне динамічне навантаження, Дж:						
загальна × 10 ⁵	4,2	4,3...8,3	8,4...12	13...17	18...20	
регіональна × 10 ⁵	2,1	2,2...4,2	4,3...6,2	6,3...8,3	8,4...10	> 20
Фізичне статичне навантаження, Н·с:						
на одну руку × 10 ⁴	< 18	18...36	37...70	71...97	> 97	–
на дві руки × 10 ⁴	< 43	43...86	87...144	145...220	> 220	–
Робоче місце (РМ), поза та переміщення в просторі	РМ стаціонарне, поза вільна, маса вантажу, до 5 кг	РМ стаціонарне, поза вільна, маса вантажу, вище 5 кг	РМ стаціонарне, поза не вільна, до 25 % часу – в нахилному положенні до 30°	РМ стаціонарне, поза вимушена – вище 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна – вище 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, нахили під кутом 60° до 300 разів за зміну
Змінність	Ранкова зміна	Дві зміни	Три зміни	Нерегулярні зміни	–	–
Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	–	< 8	< 12	< 12	–	–

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	< 25	25...50	51...75	76...90	> 90	–
Кількість важливих об'єктів спостереження	< 5	5...10	11...25	> 25	–	–
Темп (кількість рухів за годину):						
дрібних (кисті)	< 360	361...720	721...1080	1081...3000	> 3000	–
великих (руки)	< 250	251...500	501...750	751...1600	> 1600	–
Кількість сигналів за годину	< 75	76...175	176...300	> 300	–	–
Монотонність:						
кількість прийомів в операції	> 10	6...10	3...5	3...5	2...1	2...1
тривалість повторюваних операцій	> 100	31...100	20...30	10...19	5...9	1...4
Режим праці та відпочинку	Обґрунтований, з увімкненням музики та гімнастики	Обґрунтований, без увімкнення музики та гімнастики	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	–	–	–
Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за індивідуальним планом	Прості дії за заданим планом	Складні дії за заданим планом з можливістю корегування	Складні дії за заданим планом при дефіциті часу	Відповідальність за безпеку людей. Особовий ризик при дефіциті часу	–

Таблиця 5.2

Розрахунок інтегральної бальної оцінки важкості праці

Фактор робочого середо- вище та умов праці (див. табл. 5.3)	Показник	Значення показника (див. табл. 5.3)	Бальна оцінка фактора (див. табл. 5.1)	Трива- лість дії фактора t_n , хв	Питома вага часу дії фак- тора $t_{\text{питі}}$ (див. фор- мулу 5.2)	Оцінка питомої важкості фактора робочого середо- вища x_ϕ
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	x_i					
	...					
	x_n					

Після розрахунку інтегральної бальної оцінки за формулою (5.1) визначають категорію важкості та напруженості виконуваної роботи.

Інтегральна оцінка, бали	Категорія важкості
до 1,8	1
1,8...3,3	2
3,4...4,5	3
4,6...5,3	4
5,4...5,9	5
більше 5,9	6

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методикою розрахунку інтегральної бальної оцінки важкості праці.
2. Отримати варіант завдання для розрахунку інтегральної бальної оцінки важкості праці (табл. 5.3).
3. Скласти звіт з виконаної роботи. Результати розрахунку інтегральної бальної оцінки важкості праці записати у вигляді таблиці (табл. 5.2).
4. Зробити висновок про категорію важкості праці на основі проведеного розрахунку.

Таблиця 5.3
Вихідні дані для розрахунку інтегральної бальної оцінки важкості праці

Варіант	Професія	Фактор робочого середовища та умов праці	Значення показника	Тривалість часу дії
1	2	3	4	5
1	Інженер-розробник	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	18...20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:	–	420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	–
		– розряд зорової роботи	2	–
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	2	240
		РМ стаціонарне, поза вільна	–	–
		Маса вантажів, які переміщуються	До 5 кг	–
		Робота в ранкову зміну	–	–
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	–
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	30	–
		Обґрунтований режим праці та відпочинку із застосуванням функціональної музики та гімнастики	–	–
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом	–	–

1	2	3	4	5
2	Оператор на ОЦ	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	–
		– розряд зорової роботи	2	–
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	0,8	360
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % часу в нахильному положенні до 30°.		
		Робота у дві зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	–
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	70	–
		Кількість важливих об'єктів спостереження	2	
		Кількість рухів пальців за годину	2600	–
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	3	–
		– тривалість повторюваних операцій, с	20	–
		Об'єднаний режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики	–	–
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом		480

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
3	Оператор дисплея автоматичної лінії по виробництву виробів механічною обробкою	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С.	19...20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:	–	420
		– розмір об'єкта, мм	1	–
		– розряд зорової роботи	4	–
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	5	240
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % часу в нахильному положенні до 30°.	–	–
		Робота в три зміни	–	–
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	4	–
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	40	–
		Кількість важливих об'єктів спостереження	8	–
		Кількість рухів пальців за годину	100	–
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	6	–
		– тривалість повторюваних операцій, с	20	–
		Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики	–	–
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій за заданим планом при дефіциті часу та контакту	–	–
		Промисловий пил, кратність перевищення ГДК	1,5	240

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
4	Інженер, що працює на установці для визначення щільності металу	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	20...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: — розмір об'єкта, мм	—	420
		— розряд зорової роботи	< 0,3	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	1	240
		РМ стаціонарне, поза вимушена – до 50 % часу зміни	3	
		Робота у дві зміни	8	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год		
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	8	
		Шкідлива речовина (тетраброметан), кратність перевищення ГДК	40	
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за заданим планом з можливістю корегування	1,3	—
5	Оператор при роботі з електронним мікроскопом	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	—	—
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: — розмір об'єкта, мм	24...26	420
		— розряд зорової роботи	—	420
		Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н·с	0,5	
			3	
			5,0·105	200

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
6	Інженер на устаткуванні ультразвукової дефектоскопії	Перевищення допустимого рівня звуку, дБА		
		РМ стаціонарне, поза вільна		–
		Робота в ранкову зміну		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	3	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	60	
		Відсутність обгрунтованого режиму праці та відпочинку		
		Нервово-емоційне навантаження зумовлене тривогою за безпеку іншої людини	–	–
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	23	480
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	1	
		– розряд зорової роботи	4	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	1,3	420
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 10 % часу в нахильному положенні до 30°.		360
		Робота у дві зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	20	

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
		Кількість важливих об'єктів спостереження	2	
		Кількість рухів пальців за годину	100	
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	6	
		– тривалість повторюваних операцій, с	45	
		Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за заданим планом		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	24...26	320
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	
		– розряд зорової роботи	1	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	3	
7	Технік, який працює для визначення механічних властивостей виробів	РМ стаціонарне, поза вимушена – до 50 % часу зміни	–	
		Робота у дві зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	–	

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
8	Майстер з ремонту контрольно- вимірювальних приладів	Шкідлива речовина (тетрабромстан), крат- ність перевищення ГДК	1,3	120
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за заданим планом з можливістю корегування		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	24...26	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		480
		– розмір об'єкта, мм	1	
		– розряд зорової роботи	5	
		Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н·с	2,0·10 ⁵	320
		Маса вантажу, який переміщують	До 5кг	
		РМ стаціонарне, поза невільна	–	
		Робота в ранкову зміну		
		Тривалість безперервної роботи протягом добы, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	90	
		Відсутність обгрунтованого режиму праці та відпочинку		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок складних дій за заданим планом		

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
9	Інженер-дослідник у центральній заводській лабораторії	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	26	480
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: – розмір об'єкта, мм	0,45	420
		– розряд зорової роботи	3	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	6	120
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 50 % часу в нахильному положенні		
		Робота в три зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом добы, год	< 6	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	60	
		Кількість важливих об'єктів спостереження	5	
		Кількість рухів пальців за годину	100	
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	6	
		– тривалість повторюваних операцій, с	60	
		Відсутність обгрунтованого режиму праці та відпочинку		
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій за заданим планом		

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
10	Оператор установки контролю тиску в системі	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	0,5	
		– розряд зорової роботи	3	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	2	
		Ходьба без вантажу на відстань	до 3 км	
		РМ стаціонарне, поза вільна		
		Робота в ранкову зміну		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	20	
11	Співробітник обчислювального центру	Обрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок складних дій за заданим планом при дефіциті часу та контакту з іншими людьми		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	18...20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	
		– розряд зорової роботи	2	

1	2	3	4	5
12	Оператор на ОЦ	Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	3	
		РМ стаціонарне, поза вільна		
		Робота в ранкову зміну		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	4	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	90	
		Обґрунтований режим праці та відпочинку із застосуванням функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок складних дій за заданим планом та спілкування з іншими людьми		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	
		– розряд зорової роботи	2	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	1	
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % у нахильному положенні до 30°		
		Робота в дві зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	70	
		Кількість важливих об'єктів спостереження	2	
		Кількість рухів пальців за годину	1000	
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	3	
		– тривалість повторюваних операцій, с	20	
		Об'єднаний режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики	–	–
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок простих дій за індивідуальним планом	–	–
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	19...20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	< 0,3	
		– розряд зорової роботи	2	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	0,8	
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % у нахильному положенні до 30°		
		Робота в три зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	4	
13	Оператор дисплея в промисловому виробництві			

1	2	3	4	5
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	50	
		Кількість важливих об'єктів спостереження	8	
		Кількість рухів пальців за годину	100	
		Шкідлива речовина (тетраброметан), кратність перевищення ГДК	1,3	
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	6	
		– тривалість повторюваних операцій, с	20	
		Обрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок простих дій за індивідуальним планом		
		Промисловий пил, кратність перевищення ГДК		
14	Оператор стенда контролю автомобільних двигунів	Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	24...26	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		480
		– розмір об'єкта, мм	1	
		– розряд зорової роботи	5	
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	8	240

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 30 % у нахильному положенні до 30о		
		Робота в три зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	30	
		Кількість важливих об'єктів спостереження	5	320
		Шкідлива речовина, кратність перевищення ГДК	3	180
		Монотонність:		
		– кількість прийомів в операції	3	
		– тривалість повторюваних операцій, с	40	
		Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок складних дій за заданим планом з можливістю коригування		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	24...26	420
15	Контролер продукції	Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		480
		– розмір об'єкта, мм	1	
		– розряд зорової роботи	5	

1	2	3	4	5
		Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н·с	105	180
		Перевищення допустимого рівні звуку, дБА	3	420
		Маса вантажу, який переміщують	до 5 кг	
		РМ стаціонарне, поза невільна		
		Робота в ранкову зміну		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	5	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	70	
		Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок простих дій за заданим планом з можливістю коригування		
		Температура повітря на РМ у теплий період року, °С	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		– розмір об'єкта, мм	0,4	
		– розряд зорової роботи	3	
16	Оператор тепло-вимірювальних систем	Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	2	340
		Ходьба без вантажу на відстань	до 4 км	
		РМ стаціонарне, поза вільна		

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5
		Робота в три зміни		
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год	8	
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни	20	
		Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики та гімнастики		
		Нервово-емоційне навантаження виникає внаслідок складних дій за заданим планом при дефіциті часу		

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, проведених розрахунків за встановленою формою та їхнього аналізу, а також висновку.

Контрольні питання

1. Що таке важкість праці та які основні показники використовують для її характеристики?
2. Які фактори характеризують напруженість праці та на які системи організму вони впливають?
3. Що таке небезпечний виробничий фактор і за яких умов шкідливий фактор може стати небезпечним?
4. Яким чином проводять комплексну оцінку факторів робочого середовища за методикою фізіологічної класифікації важкості робіт?
5. Для чого використовується бальна шкала при оцінюванні факторів робочого середовища та що визначають за результатами інтегральної оцінки?

РОЗДІЛ 2

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Практична робота № 6

Тема: Оцінка якості питної води.

Мета роботи: ознайомитися з методикою оцінки якості питної води.

Теоретична частина

Вода – один з найважливіших компонентів біосфери і необхідний фактор існування живих організмів. Нині антропогенна дія на гідросферу значно зросла. Відкриті водойми і підземні водні джерела відносяться до об'єктів Державного санітарного нагляду. Вимоги до якості води регламентуються відповідними нормативними документами.

Відповідно до нормативних вимог якості питної води оцінюють за трьома показниками: бактеріологічним, вмістом токсичних речовин і органолептичними властивостями.

Основні джерела забруднення водойм – побутові стічні води і стоки промислових підприємств. Поверхневий стік (зливові води) – непостійний за часом, кількістю та якістю фактор забруднення водойм. Забруднення водойм відбувається також в результаті роботи водного транспорту і лісосплаву.

Розрізняють водовикористання двох категорій:

- 1) до першої категорії відноситься використання водного об'єкта як джерела господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості;
- 2) до другої категорії відноситься використання водного об'єкта для купання, спорту і відпочинку населення, а також

використання водних об'єктів, що знаходяться в межах населених місць.

За гігієнічні нормативи беруть гранично допустимі концентрації (ГДК) – максимально допустимі концентрації, при яких речовини, що містяться у воді не надають прямого або опосередкованого впливу на організм людини протягом усього життя і не погіршують гігієнічні умови водокористування. ГДК шкідливих речовин у водних об'єктах першої і другої категорій водокористування наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

**ГДК речовин у водних об'єктах господарсько-питного
та культурно-побутового призначення**

Речовина	ЛПШ	ГДК, мг/л	Клас небезпеки
1	2	3	4
Алюміній	С-т	0,5	2
Ацетальдегід	Орг.	0,2	4
Ацетон	Заг.	2,2	3
Барій	С-т	0,1	2
Бенз(а)пірен	С-т	0,000005	1
Бензин	Орг.	0,1	3
Бензол	С-т	0,5	2
Берилій	С-т	0,0002	1
Бор	С-т	0,5	2
Бром	С-т	0,2	2
Бутілбензол	Орг.	0,1	3
Бутилен	Орг.	0,2	3
Ванадій	С-т	0,1	3
Вінілацетат	С-т	0,2	2
Вісмут	С-т	0,1	2
Вольфрам	С-т	0,05	2
Гідрохінон	Орг.	0,2	4

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Гліцерин	Заг.	0,5	4
Діметилфталат	С-т	0,3	3
Діетиламін	С-т	2,0	3
Залізо	Орг.	0,3	3
Кадмій	С-т	0,01	2
Кальцію фосфат	Заг.	3,51	4
Капролактан	Заг.	1,0	4
Керосин технічний	Орг.	0,01	4
Кобальт	С-т	0,1	2
Кремній	С-т	10,0	2
Літій	С-т	0,03	2
Марганець	Орг.	0,1	3
Мідь	Орг.	1,0	3
Метилмеркаптан	Орг.	0,0002	4
Молибден	С-т	0,25	2
Миш'як	С-т	0,05	2
Натрій	С-т	200,0	2
Натрію хлорат	Орг.	20,0	3
Нафталін	Орг.	0,01	4
Нафта багатосірчана	Орг.	0,1	4
Нікель	С-т	0,1	3
Ніобій	С-т	0,01	2
Нітрати	С-т	45,0	3
Нітрити	С-т	3,3	2
Пропілен	Орг.	0,5	3
Ртуть	С-т	0,0005	1
Свинець	С-т	0,03	2
Селен	С-т	0,01	2
Сірковуглець	Орг.	1,0	4
Скипідар	Орг.	0,2	4

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Стирол	Орг.	0,1	3
Стрептоцид	Заг.	0,5	4
Стронцій (стабільний)	С-т	7,0	2
Сульфати	Орг.	500,0	4
Сульфіди	Заг.	Відсутня	3
Талій	С-т	0,0001	1
Натрію тіосульфат	Заг.	2,5	3
Фенол	Орг.	0,001	4
Формальдегід	С-т	0,05	2
Фосфор елементарний	С-т	0,0001	1
Фтор	С-т	1,5	2
Хлор активний	Заг.	Відсутня	3

Примітка. До лімітуючих показників шкідливості (ЛПШ) відносяться: санітарно-токсикологічний (с-т), загальносанітарний (заг.), органолептичний (орг.).

Методика розрахунку

Відповідно до чинної класифікації, хімічні речовини за ступенем небезпеки поділяють на чотири класи: 1-й клас – надзвичайно небезпечні; 2-й клас – високонебезпечні; 3-й клас – небезпечні; 4-й клас – помірно небезпечні.

В основу класифікації покладено показники, що характеризують ступінь небезпеки для людини речовин, що забруднюють воду, в залежності від їхньої загальної токсичності, кумулятивності, здатності викликати віддалені побічні дії.

Якщо у воді присутні кілька речовин 1-го і 2-го класів небезпеки, сума відношень концентрацій ($C_1, C_2, \dots C_n$) кожної з речовин у водному об'єкті до відповідних значень ГДК не повинна перевищувати одиниці:

$$C_1 / \text{ГДК}_1 + C_2 / \text{ГДК}_2 + \dots + C_n / \text{ГДК}_n \leq 1. \quad (6.1)$$

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методикою виконання роботи.
2. Вибрати варіант завдання (табл. 6.2).
3. Класифікувати нормативні вимоги до питної води.
4. Класифікувати категорії водокористування.
5. Перерахувати лімітуючі показники шкідливості.
6. Навести гігієнічні нормативи для шкідливих речовин, що містяться в пробах питної води, за спрощеним варіантом.
7. Порівняти фактичні значення концентрацій шкідливих речовин за спрощеним варіантом (табл. 6.2) з нормативними (табл. 6.1).
8. За наявності речовин 1-го і 2-го класів небезпеки провести оцінку якості питної води за формулою (6.1).

Таблиця 6.2

Вихідні дані для проведення оцінки якості питної води

Варіант	Шкідлива речовина	Фактична концентрація, мг/л
1	2	3
01	Алюміній	0,4
	Берилій	0,0001
	Бутилен	0,15
	Ацетон	2,0
	Хлор активний	0,0001
02	Свинець	0,02
	Вісмут	0,08
	Скипидар	0,1
	Нітрати	40,0
	Фенол	0,0002
03	Мідь	0,8
	Ніобій	0,005
	Селен	0,002
	Нафталін	0,02
	Натрію хлорат	10,0
04	Бензин	006
	Ртуть	0,0001
	Фосфор елементарний	0,0001
	Диметилфталат	1,0
	Нафта багатосірчана	0,001

Продовження таблиці 6.2

1	2	3
05	Фтор	1,0
	Гліцерин	0,3
	Кадмій	0,01
	Діетиламін	1,0
	Бутилбензол	0,01
06	Ванадій	0,05
	Залізо	0,04
	Кобальт	0,1
	Кальцію фосфат	3,0
	Талій	0,0001
07	Бенз(а)пірен	0,00001
	Кремній	1,0
	Гідрохінон	0,1
	Ацетальдегід	0,05
	Стирол	0,01
08	Марганець	0,04
	Сульфати	50,0
	Літій	0,01
	Нітроти	3,5
	Формальдегід	0,03
09	Капролактан	0,7
	Метилмеркаптан	0,00001
	Бром	0,15
	Вольфрам	0,04
	Натрій	150,0
10	Молібден	0,4
	Керосин технічний	0,005
	Стронцій стабільний	2,5
	Нікель	0,1
	Стрептоцид	0,4
11	Барій	0,07
	Алюміній	0,45
	Фенол	0,0008
	Нітроти	3,0
	Скипідар	0,2
12	Стронцій стабільний	5,0
	Нітроти	2,5
	Мідь	0,9
	Нафталін	0,01
	Літій	0,02

1	2	3
13	Миш'як	0,01
	Натрію тіосульфат	1,5
	Фтор	1,0
	Алюміній	0,35
	Марганець	0,01
14	Бензин	0,1
	Нікель	0,1
	Селен	0,007
	Барій	0,01
	Літій	0,02
15	Сульфід	0,00002
	Вінілацетат	0,15
	Сірковуглець	1,2
	Бензол	0,4
	Натрію тіосульфат	2,0

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, результатів розрахунків та їхнього аналізу, за встановленою формою, а також висновку.

Контрольні питання

1. Чому вода є важливим компонентом біосфери та які основні джерела забруднення водойм?
2. За якими основними показниками оцінюється якість питної води відповідно до нормативних вимог?
3. Які види водокористування відносяться до першої та другої категорій?
4. Що таке гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у воді та яке її значення для охорони здоров'я населення?
5. Які фактори можуть спричиняти забруднення відкритих водойм і підземних водних джерел?

Практична робота № 7

Тема: Дослідження забруднення атмосферного повітря при експлуатації суднової енергетичної установки.

Мета роботи: навчитися визначати забруднення атмосферного повітря при експлуатації суднової енергетичної установки.

Теоретична частина

Внаслідок неповного згоряння палива, недосконалості систем СЕУ, порушень правил технічного обслуговування, а іноді в результаті аварії може виникнути хімічне, теплове, шумове, вібраційне та радіаційне забруднення атмосфери.

Розглянемо детальніше хімічне забруднення. При експлуатації суднових енергетичних установок (СЕУ) відбувається забруднення атмосфери повітрям, яке використовується в суднових двигунах внутрішнього згоряння, котлових агрегатах, при вентиляції суднових приміщень і вентиляції паливних цистерн. В атмосферу викидаються відпрацьовані гази (ВГ) котлів та двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) (головних і допоміжних), токсичність яких залежить від сорту палива та умов його згоряння.

Численними дослідженнями встановлено, що у ВГ міститься більше 200 різних шкідливих речовин, які за токсичністю діляться на сім груп (табл. 7.1).

Перша група. У неї входять нетоксичні речовини: азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ та інші природні компоненти атмосферного повітря. У цій групі заслуговує на увагу вуглекислий газ (CO_2), зміст якого у ВГ нормується у зв'язку з особливою роллю CO_2 у «парниковому ефекті» (Киотська угода).

Друга група. До цієї групи відносять тільки одну речовину – оксид вуглецю, або чадний газ (CO). Продукт неповного згоряння нафтових видів палива не має кольору і запаху, легший за повітря. У кисні і на повітрі оксид вуглецю горить блакитним полум'ям, виділяючи багато теплоти і перетворюючись на вуглекислий газ.

Таблиця 7.1

**Групи шкідливих речовин, що містяться
у відпрацьованих газах ДВЗ**

Група	Домішки	ГДК, %	Концентрація, %, і вплив на людину
I	Азот N ₂ , Кисень O ₂ , Водень H ₂ , Водяна пара H ₂ O, вуглекислий газ CO ₂	—	—
II	Оксид вуглецю CO	0,0008	0,01 – хронічне отруєння при тривалому впливі; 0,05 – слабе отруєння через 1 год; 1,0 – втрата свідомості після декількох вдихів
III	Оксиди азоту: NO, NO ₂ , N ₂ O ₄ , N ₂ O ₅ і т. д.	0,000009 (в перерахунку на N ₂ O ₅)	0,0013 – подразнення слизових оболонок носа та очей 0,004...0,008 – набряк легенів
IV	Вуглеводневі сполуки C _x H _y	—	Подразнення слизових оболонок, утворення пухлин
V	Альдегіди: акролеїн CH ₂ CHCHO (рідина) формальдегід HCOH (газ)	0,00001	0,0005 – важко переноситься; 0,014 – смерть через 10 хв; 0,007 – подразнення дихальних шляхів і очей
VI	Сажа	0,000038	Забруднення повітря і води, погіршення видимості
VII	Сірчистий ангідрид SO ₂	0,000012	0,0017 – подразнення очей, кашель; 0,004 – отруєння через 3 хв

Третя група. В її складі оксиди азоту, головним чином NO – оксид азоту та NO₂ – діоксид азоту. Це гази, що утворюються в камері згоряння ДВЗ при температурі 2800 °С і тиску близько

1,0 МПа. Оксид азоту – безбарвний газ, не взаємодіє з водою і мало розчинний в ній, не вступає в реакції з розчинами кислот і лугів. Легко окислюється киснем повітря й утворює діоксид азоту. При звичайних атмосферних умовах NO повністю перетворюється в NO₂ – газ бурового кольору з характерним запахом. Він важчий за повітря.

Четверта група. В групу входять різні вуглеводні, тобто з'єднання типу C_xH_y. У ВГ містяться вуглеводні різних гомологічних рядів: парафінові (алкани), нафтенові (циклани) і ароматичні (бензольні), всього близько 160 компонентів. Вони утворюються в результаті неповного згоряння палива у двигуні. Незгорілі вуглеводні є однією з причин появи білого або блакитного диму. Це відбувається при запізненні займання робочої суміші у двигуні або при знижених температурах у камері згоряння.

П'ята група. Її складають альдегіди – органічні сполуки, що містять альдегідну групу – C=O, пов'язану з вуглецевим радикалом (CH₃, C₆H₅ та ін.).

У ВГ присутні в основному формальдегід, акролеїн і октальний альдегід. Найбільша кількість альдегідів утворюється на режимах холостого ходу і малих навантажень, коли температури згоряння у двигуні невисокі.

Шоста група. Виділяють сажу та інші дисперсні частинки (продукти зносу двигунів, аерозолі, масла, нагар та ін.) Сажа – частинки твердого вуглецю чорного кольору, що утворюються при неповному згорянні і термічному розкладанні вуглеводнів палива.

Сьома група. Являє собою сірчані з'єднання – такі неорганічні гази, як сірчаний ангідрид, сірководень, які з'являються в складі ВГ двигунів, якщо використовується паливо з підвищеним вмістом сірки. Значно більше сірки присутнє в дизельних паливах у порівнянні з іншими видами палив, які використовуються на водному транспорті.

Відповідно до європейських стандартів, вміст сірки в дизельному паливі не повинен перевищувати 0,005 г/л. Наявність сірки підсилює токсичність ВГ дизелів і є причиною появи в них шкідливих сірчаних сполук.

Забруднення атмосферного повітря характеризується параметрами викидів забруднюючих речовин в одиницю часу. Надходження забруднюючих речовин від СЕУ визначається викидами з відпрацьованими газами від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) і котлів – $B_{\text{ДВЗ}}$; викидами у вентиляційному повітрі – $B_{\text{вент}}$.

Методика розрахунку

Розрахунок кількості викидів від ДВЗ і котлів ($B_{\text{ДВЗ}}$) та викидів з вентиляційним повітрям ($B_{\text{вент}}$) виконується для всіх речовин, що містяться в газоповітряній суміші.

У загальному випадку викид i -ї речовини B_i , г/с, визначається за формулою:

$$B_i = 10^{-3} \cdot L \cdot C_i / 3600, \quad (7.1)$$

де L – кількість газоповітряної суміші (забрудненого повітря), що поступає в атмосферу в одиницю часу, $\text{м}^3/\text{год}$;

C_i – концентрація забруднюючої речовини в цій газоповітряній суміші, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Викиди від ДВЗ і котлів можуть бути розраховані в залежності від витрати палива W і питомого виділення забруднюючих речовин g_i при спалюванні 1 кг палива за такою формулою:

$$B_i = 10^3 \cdot W \cdot g_i / 3600, \quad (7.2)$$

де W – витрата палива, $\text{т}/\text{год}$;

g_i – питоме виділення забруднюючих речовин, $\text{г}/\text{кг}$ (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Питоме виділення забруднюючих речовин

Найменування речовини	Питомі виділення, г/кг
Сірчаний ангідрид SO_2	3,9
Оксид вуглецю CO	25,6
Оксиди азоту NO_x	68,1
Вуглеводні C_xH_y	18,1
Сажа	6,1

При проведенні розрахунку викидів з вентиляційним повітрям концентрація забруднюючих речовин у викиді приймається відповідно до даних табл. 7.3.

Кількість газоповітряної суміші, що утворюється при вентиляції службових і житлових приміщень, наводиться в таблиці вихідних даних.

Таблиця 7.3

**Концентрація забруднюючих речовин
у вентиляційному повітрі**

Найменування речовини	Концентрація, мг/м ³
Машинне відділення: оксид вуглецю CO вуглеводні C _x H _y	5,0 5,0
Житлові приміщення: оксид вуглецю CO	2,0

Порядок виконання роботи

1. Вибрати варіант (табл. 7.5) і результати подати у вигляді табл. 7.4.

Таблиця 7.4

Вихідні дані для розрахунку (варіант №)

Витрати палива в СЕУ, т/год	Кількість вентиляційного повітря житлових приміщень, м ³ /год	Кількість вентиляційного повітря машинного відділення, м ³ /год

2. Ознайомитися з методикою виконання роботи.

3. Розрахувати кількість викидів від ДВЗ і котлів ($V_{\text{ДВЗ}}$) і викидів з вентиляційним повітрям ($V_{\text{вент}}$). Розрахунок викидів виконується для всіх речовин, що містяться в газоповітряній суміші.

4. За результатами розрахунків побудувати діаграму викидів забруднюючих речовин (п'ять речовин) від котлів і ДВЗ.
5. Зробити висновок за отриманими результатами.

Таблиця 7.5

Вихідні дані для розрахунку кількості викидів

Номер варіанта	Витрати палива в СЕУ, т/год	Кількість вентиляційного повітря житлових приміщень, м ³ /год	Кількість вентиляційного повітря машинного відділення, м ³ /год
1	0,2	10	10
2	0,4	12	20
3	1,0	20	40
4	1,2	22	48
5	0,6	18	25
6	0,8	20	30
7	0,4	12	20
8	0,8	18	36
9	0,3	18	20
10	0,5	10	25

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, результатів розрахунків та їхнього аналізу, за встановленою формою, а також висновку.

Контрольні питання

1. Які існують види забруднення атмосфери від СЕУ?
2. Від чого залежить токсичність ВГ?
3. Групи шкідливих речовин, що містяться у ВГ ДВС.
4. Якими параметрами визначається надходження забруднюючих речовин від СЕУ в атмосферу?
5. Охарактеризуйте вплив СО на організм людини.

Практична робота № 8

Тема: Оцінка радіаційної обстановки

Мета роботи: навчитися визначати основні дозові межі та проводити аналіз відповідності радіаційної обстановки нормам радіаційної безпеки.

Теоретична частина

Джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ) широко використовуються в промисловості, енергетиці, наукових дослідженнях і медичній сфері. За інформацією Державної санітарно-епідеміологічної служби, в Україні функціонує близько 10 тисяч підприємств, установ та організацій, які застосовують різні типи джерел ІВ, зокрема понад 30 тисяч радіонуклідних приладів.

Робота з радіоактивними речовинами та ДІВ пов'язана з підвищеним ризиком, оскільки при аварійних ситуаціях людина не здатна виявити радіацію за допомогою органів чуття – її наявність фіксується виключно спеціальними вимірювальними приладами. Тому підвищення рівня безпеки при роботі з ДІВ вимагає суворого дотримання чинних регламентів, інструкцій та правил техніки безпеки.

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) є основним державним документом, який встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення для окремої людини і для суспільства в цілому та охоплюють систему принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких є обов'язковим для всіх юридичних та фізичних осіб, які проводять практичну діяльність з джерелами іонізуючого випромінювання.

Опромінення – це вплив на людину чи будь-який об'єкт іонізуючого випромінювання.

Всі особи по відношенню до джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ), згідно НРБУ-97, поділяються на три категорії:

– категорія А (персонал) – особи, які безпосередньо постійно або тимчасово працюють із ДІВ;

– категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не працюють із ДІВ, але можуть отримувати додаткове опромінення у зв'язку з розміщенням їхніх робочих місць у приміщеннях і на території підприємства з радіаційно-ядерними технологіями;

– категорія В (населення) – все населення країни.

Критичний орган – це орган або тканина, частина тіла або все тіло, опромінення яких завдає найбільшої шкоди організму.

Виділяють три групи критичних органів:

1 група – все тіло, статеві органи, кістковий мозок;

2 група – м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт (ШКТ), легені, кришталики очей та інші органи, за винятком тих, що належать до 1-ї та 3-ї груп;

3 група – шкірний покрив, кісткова тканина, кисті, передпліччя, стопи.

Основні дозові межі, допустимі для осіб категорій А, Б і В.

Основні дозові межі – гранично допустимі дози (ГДР) опромінення (для категорії А) та межі дози (МД) (для категорії Б) за календарний рік. ГДР та МД вимірюються в мілізівертах на рік (мЗв/рік). ГДР і МД не включають дози природного фону і дози опромінення, що одержують при медичному обстеженні та лікуванні (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Основні дозові межі, мЗв/рік

Категорія осіб, що опромінюються	Групи критичних органів		
	1	2	3
А	20	150	500
В	1	15	50

Примітка. Дози опромінення для персоналу категорії Б не повинні перевищувати $\frac{1}{4}$ значень для персоналу категорії А.

ГДР – найбільше значення індивідуальної еквівалентної дози опромінення за календарний рік, яке за рівномірного впливу

протягом 50 років не викличе у стані здоров'я персоналу несприятливих змін, які виявляються сучасними методами.

МД – основна дозова межа, при якій рівномірне опромінення протягом 70 років не викличе змін здоров'я, які виявляються сучасними методами.

Методика оцінки

При проведенні радіаційного контролю та оцінці відповідності параметрів радіаційної обстановки нормативам повинні бути дотримані наступні співвідношення:

$$H \leq \text{ГДД}, \quad (8.1)$$

де H – максимальна еквівалентна доза випромінювання на даний критичний орган, мЗв/рік:

$$H = D \cdot k, \quad (8.2)$$

де D – поглинена доза випромінювання, мЗв/рік;
 k – коефіцієнт якості випромінювання (безрозмірний коефіцієнт, на який слід помножити поглинену дозу аналізованого випромінювання для отримання еквівалентної дози цього випромінювання).

Для категорії В:

$$H \leq \text{ГД}, \quad (8.3)$$

де H розраховується за формулою (2).

Значення коефіцієнта k наведено у табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Значення коефіцієнта якості випромінювання

Вид випромінювання	Значення коефіцієнта k
1	2
Рентгенівське та γ -випромінювання	1
Електрони та позитрони, β -випромінювання	1
Протони з енергією < 10 МеВ	10

1	2
Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	3
Нейтрони з енергією 0,1 ... 10 MeV	10
α -випромінювання з енергією < 10 MeV	20
Важкі ядра віддачі	20

Порядок виконання роботи

1. Вибрати варіант (табл. 8.3).
2. Ознайомитися з методикою виконання роботи.
3. Відповідно до категорії опромінених осіб, групи критичних органів та режимів роботи визначити основні дозові межі (ГДД та ГД).
4. За формулою (8.2) визначити максимальну еквівалентну дозу випромінювання.
5. За допомогою формул (8.1) та (8.3) зробити висновок про відповідність радіаційної обстановки нормам радіаційної безпеки.

Таблиця 8.3

Вихідні дані для проведення оцінки радіаційної обстановки

Варіант	Категорія опромінених осіб	Випромінювання		
		Група критичних органів	Вид випромінювання	Поглинена доза, мЗв/рік
1	2	3	4	5
1	A	Все тіло	α -випромінювання з енергією < 10 MeV	1
2	A	Все тіло	α -випромінювання з енергією < 10 MeV	2
3	A	Щитовидна залоза	β -випромінювання	75
4	A	Печінка, нирки	Протони з енергією < 10 MeV	10

Продовження таблиці 8.3

1	2	3	4	5
5	А	Легені	Протони з енергією < 10 MeV	20
6	А	Гомілки та стопи	Нейтрони з енергією 0,1 ...10 MeV	15
7	А	Шкіряний покрив	Нейтрони з енергією 0,1 ...10 MeV	20
8	Б	Все тіло	γ -випромінювання	1
9	А	Все тіло	γ -випромінювання	2
10	Б	Все тіло	Рентгенівське випромінювання	3
11	А	Органи травлення	Рентгенівське випромінювання	10
12	А	Органи травлення	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	1
13	А	Легені	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	2
14	А	Легені	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	3
15	А	Легені	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	4
16	А	Все тіло	Нейтрони з енергією 0,1 ...10 MeV	2
17	А	Все тіло	Нейтрони з енергією 0,1 ...10 MeV	3
18	А	Кісткова тканина	Протони з енергією < 10 MeV	20
19	А	М'язи	Протони з енергією < 10 MeV	10
20	А	Легені	β -випромінювання	100
21	А	Кисті рук	β - випромінювання	200
22	А	Шкіряний покрив	α -випромінювання	20
23	А	Печінка, нирки	α -випромінювання	10
24	Б	Все тіло	γ -випромінювання	2

1	2	3	4	5
25	Б	Все тіло	γ-випромінювання	4
26	Б	Все тіло	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	1
27	Б	Легені	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	2
28	Б	Легені	Нейтрони з енергією < 0,02 MeV	1
29	Б	Органи травлення	Рентгенівське випромінювання	5
30	Б	Органи травлення	Рентгенівське випромінювання	10

Оформлення звіту

Звіт повинен складатися з основних теоретичних положень, результатів розрахунків та їхнього аналізу, за встановленою формою, а також висновку.

Контрольні питання

1. Які основні сфери застосування джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ)?
2. Чому людина не може самостійно виявити наявність радіації та які засоби для цього використовуються?
3. Які категорії осіб виділяють НРБУ-97 за відношенням до джерел іонізуючого випромінювання? Наведіть приклади.
4. Що таке критичний орган та які групи критичних органів визначаються у НРБУ-97?
5. Які основні дозові межі встановлені для категорії А та категорії В, і чим вони відрізняються від меж для категорії Б?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / Т. Є. Стиценко, Г. В. Пронюк, Н. М. Сердюк, І. І. Хондак. Харків : ХНУРЕ, 2018. 336 с.
2. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / за заг. ред. В. В. Сокурєнка. Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.
3. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. 6-е вид. / за ред. М. П. Гандзюка. К. : Каравела, 2018. 384 с.
4. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці : підручник. К. : Центр учбової літератури, 2019. 280 с.
5. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека та охорона довкілля : монографія / Д. В. Зеркалов. К., 2012. 514 с.
6. Константинов М. П. Радіаційна безпека : навч. посібник / М. П. Константинов, О. А. Журбенко. Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. 151 с.
7. Голубченко Т. О. Методичні вказівки та завдання до практичних занять з дисципліни «Охорона праці» / Т. О. Голубченко, О. Г. Бідніченко. Миколаїв : НУК, 2013. 122 с.
8. Мелєх Л. В. Безпека життєдіяльності та охорона праці : навч. посіб. для здобувачів вищої освіти з галузі знань 08 «Право», спеціальність 081 «Право». Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 219 с.
9. Охорона праці та промислова безпека / К. Н. Ткачук, Л. Д. Третьякова, Д. В. Зеркалов, О. І. Полукаров, С. Ф. Каштанов. К. : Основа, 2014. 823 с.
10. Ремешевська І. В., Гурець Н. В., Грушина О. Г. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни «Основи екології та екологічна етика». Миколаїв : НУК, 2019.
11. Стручок В. С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека» : навчальний посібник. Тернопіль, 2022. 150 с.

Навчальне видання

ТРОХИМЕНКО Ганна Григорівна
РЕМЕШЕВСЬКА Ірина Володимирівна
ГРУШИНА Ольга Григорівна
ГУРЕЦЬ Наталія Володимирівна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних і практичних робіт з дисципліни
**«Охорона праці та навколишнього середовища,
безпека життєдіяльності»**

У двох частинах

Частина II

Комп'ютерне верстання *Н. М. Ковальчук*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 5,87. Вид. № 31. Зам. № 2909-82.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.