

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання
усіх спеціальностей)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019**

Методичні рекомендації для самостійної роботи та виконання практичних занять із навчальної дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання усіх спеціальностей) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : В. О. Росоха, М. В. Хворост, Я. О. Серіков, В. Е. Абракітов, В. І. Заіченко, Л. С. Колибельнікова, І. О. Ткаченко. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 44 с.

Укладачі: В. О. Росоха, М. В. Хворост, Я. О. Серіков, В. Е. Абракітов, В. І. Заіченко, Л. С. Колибельнікова, І. О. Ткаченко

Рецензент

А.С. Рогозін, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 29.08.2018.

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ, ТЕМАТИКА І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	4
3 ТЕМИ І МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ	6
3.1 Розрахунок основних показників небезпеки і ризику на виробництві.....	6
3.2 Оцінка економічної ефективності заходів з удосконалення умов та охорони праці.....	8
3.3 Розрахунок чисельності працівників служби охорони праці та площі приміщення для служби охорони праці на підприємстві.....	11
3.4. Розрахунок кількості припливу повітря, необхідного для провітрювання виробничого приміщення.....	13
3.5. Розрахунок повітрообміну за надлишками тепла у приміщенні	14
3.6. Розрахунок небезпечної зони під час роботи землерийних і вантажопідйомних машин.....	15
3.7. Розрахунок стійкості баштового крана.....	18
3.8. Розрахунок небезпечної зони при роботі крана.....	22
3. 9. Визначення рівнів шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни.....	24
3.10 Розрахунок віброізоляторів.....	25
3.11 Розрахунок допустимого часу робіт при електромагнітному випромінюванні.....	27
3.12. Розрахунок загального штучного освітлення приміщення за методом коефіцієнта використання світлового потоку.....	29
3. 13. Розрахунок природного освітлення.....	31
3.14. Розрахунок захисного заземлення електрообладнання.....	33
3.15. Розрахунок очікуваного шуму у приміщенні.....	34
3.16 Розрахунок одиночного стержневого блискавковідводу.....	36
3.17 Розрахунок часу евакуації людей у випадку надзвичайної ситуації.....	38
3.18 Дослідження впливу географічної широти місця розташування технологічної системи «легкозаймиста рідина – резервуар вертикальний сталевий» на рівень її вибухонебезпеки	39
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	44

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Робоча навчальна програма дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист» для здобувачі магістерського рівня усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка передбачає самостійну роботу і практичні заняття згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Практичні заняття є складовою частиною навчального процесу студентів на рівні підготовки спеціалістів і магістрів, вони сприятимуть розвитку навичок самостійного вирішення питань охорони праці у виробничій діяльності.

Мета практичних занять і самостійної роботи – доповнення і закріплення знань, набутих при вивченні теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативною і технічною літературою, з довідниками, а також підготовка до дипломного проектування та самостійного вирішення питань створення безпечних та нешкідливих умов праці у виробничій діяльності.

Вивчення дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист» здійснюється на завершальному етапі перед роботою над дипломним проектом. Характерним для роботи над дипломним проектом є те, що студент самостійно вирішує чисельні питання, які потрібні для повноти і якості проекту. Тому ці методичні вказівки передбачають опрацювання студентами таких питань, які вирішуються за допомогою інженерно-технічних заходів. В ході практичних занять студенти повинні навчитися обґрунтовувати за допомогою розрахунків вибір заходів і засобів захисту від шкідливостей і небезпечностей у виробничих і складських приміщеннях, на будівельних та на інших об'єктах як виробничої, так і невиробничої сфери.

2 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ, ТЕМАТИКА І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

На практичних заняттях студенти вирішують питання захисту працівників від небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які підтверджуються інженерно-технічними розрахунками. Це дасть їм змогу кваліфіковано вирішувати ці питання в розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайній ситуації» дипломного проекту.

Практичні заняття проводяться у навчальний час відповідно до цих методичних вказівок. Під керівництвом викладача кафедри «Охорони праці та безпеки життєдіяльності» студенти опрацьовують методи розрахунку засобів і заходів щодо створення оптимальних умов праці як на окремих робочих місцях, так і у робочих зонах різних об'єктів згідно зі спеціальністю майбутнього фахівця.

На початку заняття викладач проводить опитування з теоретичного матеріалу, який викладався на лекціях, потім на прикладі, разом із студентами, виконує розрахунок тих чи інших показників (див. табл. 2.1), які впливають на умови праці.

Теми практичних занять і завдання для самостійної роботи викладач обирає для кожної спеціальності окремо, враховуючи напрямки діяльності майбутніх фахівців.

Таблиця 2.1 – Тематика практичних занять

№ з/п	Тематика практичних занять	Кількість годин на опрацювання
1	Розрахунок основних показників безпеки і ризику на виробництві	2,0
2	Оцінка економічної ефективності заходів удосконалення умов та охорони праці	2,0
3	Розрахунок чисельності працівників служби охорони праці та площі приміщення для служби охорони праці на підприємстві	2,0
4	Розрахунок кількості припливу повітря, необхідного для провітрювання виробничого приміщення	2,0
5	Розрахунок повітрообміну за надлишками тепла у приміщенні	2,0
6	Розрахунок небезпечної зони під час роботи землерийних і вантажопідійомних машин	2,0
7	Розрахунок стійкості баштового крана	2,0
8	Розрахунок небезпечної зони при роботі крана	2,0
9	Визначення рівнів шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни	2,0
10	Розрахунок віброізоляторів	2,0
11	Розрахунок допустимого часу робіт при електромагнітному випромінюванні	2,0
12	Розрахунок загального штучного освітлення приміщення за методом коефіцієнта використання світлового потоку	2,0
13	Розрахунок природного освітлення	2,0
14	Розрахунок захисного заземлення електрообладнання	4,0
15	Розрахунок очікуваного шуму у приміщенні	2,0
16	Розрахунок одиночного стержневого блискавковідводу	2,0
17	Розрахунок часу евакуації людей у випадку надзвичайної ситуації	2,0
18	Дослідження впливу на рівень вибухонебезпеки технологічної системи «легкозаймиста рідина – резервуар вертикальний сталевий» географічної широти місця її розташування	2,0

Рекомендації для виконання самостійної роботи

Ці методичні рекомендації передбачають перевірку знань, які студент отримує на практичних заняттях. Студенти самостійно виконують розрахунки заходів і засобів, необхідних для захисту від негативних виробничих чинників, які характеризують умови праці. Чинники вибираються викладачем, відповідно до спеціальності, за якою навчається студент. Завдання виконується за номером варіанту вихідних даних у вигляді звіту. Звіт подається на перевірку на скріплених паперових аркушах формату А-4. Він повинен мати на обкладинці необхідні вихідні дані (назва міністерства, академії, кафедри, назва завдання, спеціальність, курс і група, прізвище та ініціали студента і викладача, який веде дисципліну). Звіт є формою поточного контролю.

Без позитивно оціненого звіту студент не допускається до підсумкового контролю з дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист».

3 ТЕМИ І МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ

3.1 Розрахунок основних показників небезпеки і ризику на виробництві

Розрахувати основні показники небезпеки і ризику виробничого травматизму для певного виду робіт за п'ятирічний період роботи підприємства при наступних показниках: кількість нещасних випадків на виробництві за 5 років складає N , кількість нещасних випадків із смертельним наслідком – $N_{\text{см}}$; кількість днів непрацездатності без урахування смертельних наслідків – $\tau_{\text{д}}$; середньоспискова кількість робітників – P ; заробітна плата всіх застрахованих працівників за 5 років – $\sum \text{ЗП}$; середньоденна заробітна плата – ЗП_1 .

Варіанти вихідних даних наведені в таблиці 3.1. Номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи.

Таблиця 3. 1 – Варіанти вихідних даних

№ з/п	N	$N_{\text{см}}$	$\tau_{\text{д}}$	P	$\sum \text{ЗП}$, тис. грн	ЗП_1 , грн	№ з/п	N	$N_{\text{см}}$	$\tau_{\text{д}}$	P	$\sum \text{ЗП}$, тис. грн	ЗП_1 , грн
1	7	2	84	270	3 402	150	14	7	2	84	270	3 402	150
2	8	3	120	375	4 725	150	15	8	3	120	375	4 725	150
3	10	4	168	410	5 166	150	16	10	4	168	410	5 166	150
4	12	5	188	530	6 678	150	17	12	5	188	530	6 678	150
5	6	2	88	260	3 267	150	18	6	2	88	260	3 267	150
6	7	3	121	380	4 788	150	19	7	3	121	380	4 788	150
7	9	4	191	444	5594,4	150	20	9	4	191	444	5594,4	150
8	11	5	201	520	6 552	150	21	11	5	201	520	6 552	150
9	14	3	331	528	6652,8	150	22	14	3	331	528	6652,8	150
10	7	2	88	260	3 267	150	23	7	2	88	260	3 267	150
11	8	3	121	380	4 788	150	24	8	3	121	380	4788	150
12	10	4	191	444	5594,4	150	25	10	4	191	444	5594,4	150
13	12	5	201	520	6 552	150	26	12	5	201	520	6 552	150

Рекомендації до вирішення завдання

Характеристику небезпеки і ризику для персоналу оцінюють кількістю факторів небезпеки або результатом нещасних випадків в їх взаємозв'язку із загальними виробничими показниками. Найчастіше використовують такі показники як коефіцієнти частоти травматизму та коефіцієнт тяжкості травматизму.

Порядок роботи:

1. Розрахувати коефіцієнт частоти травматизму, який визначає кількість нещасних випадків, що припадають на 1 000 зайнятих працівників за визначений період часу (зазвичай за 1 рік, у страхових організаціях, здебільшого, за 3 - 5 років) за формулою:

$$K_{\text{ч}} = 1000 \frac{N}{P},$$

де N – кількість випадків травматизму за звітний період часу;

P – середньоспискова кількість робітників на підприємстві за той самий час.

2. Розрахувати коефіцієнт частоти травматизму із смертельним наслідком, який визначає кількість нещасних випадків із смертельними випадками, що припадають на 1000 працюючих, за формулою:

$$K_{\text{см}} = 1000 \frac{N_{\text{см}}}{P},$$

де $N_{\text{см}}$ – кількість випадків травматизму із смертельними наслідками за звітний період.

3. Розрахувати коефіцієнт важкості травматизму, який визначає кількість днів непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок, за формулою:

$$K_{\text{т}} = \frac{\tau_{\text{д}}}{N},$$

де $\tau_{\text{д}}$ – кількість днів непрацездатності по закритих лікарняних листках облікованих нещасних випадків за звітний період часу.

4. Розрахувати коефіцієнт важкості травматизму із смертельним наслідком, який визначає кількість днів непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок із смертельним наслідком, за формулою:

$$K_{\text{т}} = \frac{\tau_{\text{д}}}{N_{\text{см}}},$$

де $\tau_{\text{д}}$ – кількість днів непрацездатності по закритих лікарняних листках облікованих нещасних випадків за звітний період часу.

5. Розрахувати потенціал небезпеки працюючих $\Pi_{\text{т}}$, який визначає імовірність виникнення впливу на людину негативних факторів за формулою:

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{\tau_{\text{д}}}{P}.$$

6. Розрахувати потенціал небезпеки працівників з урахуванням нещасних випадків із смертельними наслідками $\Pi_{Т.СМ}$, який визначає ймовірність виникнення впливу на людину несумісних із життям негативних факторів, за формулою:

$$\Pi_{Т.СМ} = \frac{7500 \cdot N_{СМ} + \tau_{Д}}{P},$$

де нещасний випадок із смертельним результатом згідно рекомендації Міжнародної організації праці (МОП), умовно прирівняний до 7 500 днів втрати працездатності.

7. Розрахувати клас небезпеки робіт за формулою:

$$K_{ОП} = 1000 \frac{\sum В}{\sum ЗП},$$

де $\sum В$ – сумарні відшкодування (виплати) потерпілим при нещасних випадках, грн.;

$\sum ЗП$ – сумарна заробітна плата усіх застрахованих працівників, грн. за певний період часу.

Сумарні відшкодування потерпілим під час нещасних випадків становлять:

$$\sum В = ЗП_1 \cdot \tau_{Д}.$$

8. Розрахувати ризик виробничого травматизму R та ризик виробничого травматизму із смертельними наслідками $R_{СМ}$, які можна визначити як очікуване значення збитку N або $N_{СМ}$, заподіяного за проміжок часу $\Delta\tau$, віднесене до групи людей чисельністю P за формулами:

$$R = \frac{N}{\Delta\tau \cdot P},$$

$$R_{СМ} = \frac{N_{СМ}}{\Delta\tau \cdot P}.$$

9. Зробити висновки.

3.2 Оцінка економічної ефективності заходів з удосконалення умов та охорони праці

Оцінити розмір економічної ефективності заходів з удосконалення умов праці при впровадженні системи управління охороною праці, що утворюється за рахунок таких джерел, як зменшення кількості захворювань і травм, зменшення оплати за ставками шкідливих професій і оплати додаткових

відпусток за роботу в шкідливих умовах внаслідок удосконалення умов праці працівників тощо.

Варіанти вихідних даних наведені в таблиці 3.2. Номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи.

Таблиця 3.2 – Варіанти вихідних даних

Номер варіанту	Д _{пп} дн	Д _{ан} дн	Р _{пп} роб	Р _{ан} роб	Ф _{пп} год	Ф _{ан} год	Р роб	З _п роб	В _з грн	К тис.грн
1	10031	9056	947	914	1819	1835	35	6	3500	240
2	10533	9509	994	960	1820	1836	37	6	3675	252
3	11034	9961	1042	1005	1821	1837	39	7	3850	264
4	11537	10414	1089	1051	1819	1835	40	9	4025	276
5	12037	10867	1136	1097	1820	1836	35	6	3500	240
6	10031	9056	947	914	1821	1837	37	6	3675	252
7	10533	9509	994	960	1819	1835	39	7	3850	264
8	11034	9961	1042	1005	1820	1836	40	9	4025	276
9	11537	10414	1089	1051	1821	1837	35	6	3500	240
10	12037	10867	1136	1097	1819	1835	37	6	3675	252
11	10031	9056	947	914	1820	1836	39	7	3850	264
12	10533	9509	994	960	1821	1837	40	9	4025	276
13	11034	9961	1042	1005	1819	1835	35	6	3500	240
14	11537	10414	1089	1051	1820	1836	37	6	3675	252
15	12037	10867	1136	1097	1821	1837	39	7	3850	264
16	10031	9056	947	914	1819	1835	40	9	4025	276
17	10533	9509	994	960	1820	1836	35	6	3500	240
18	11034	9961	1042	1005	1821	1837	37	6	3675	252
19	11537	10414	1089	1051	1819	1835	39	7	3850	264
20	12037	10867	1136	1097	1820	1836	40	9	4025	276
21	10031	9056	947	914	1821	1837	35	6	3500	240
22	10533	9509	994	960	1819	1835	37	6	3675	252
23	11034	9961	1042	1005	1820	1836	39	7	3850	264
24	11537	10414	1089	1051	1821	1837	40	9	4025	276
25	12037	10867	1136	1097	1820	1836	35	6	3500	240
26	10031	9056	947	914	1821	1837	37	6	3675	252

Рекомендації до вирішення завдання

1. Розрахувати відсоток захворюваності Z (у робочих днях) по відношенню до робочого часу одного робітника за попередній (Z_{non}) і аналізуемий (Z_{an}) роки, який визначає економію від зниження виробничо зумовленої захворюваності. Розрахунок виконати за формулою:

$$Z = \frac{D \cdot T \cdot 100}{P \cdot \Phi},$$

де D – дні відсутності через виробничо зумовлену захворюваність за рік;

T – тривалість робочого дня ($T = 8 год$);

P – середньоспискова чисельність робітників;

Φ – річний ефективний фонд часу одного робітника.

2. Розрахувати умовне звільнення працівників (B_p), що визначається за формулою:

$$B_p = \left(1 - \frac{100 - Z_{non}}{100 - Z_{aan}}\right) \cdot P_{mn} \cdot 0,5 \text{ (ціле число)},$$

де Z_{non} , Z_{aan} – відсоток втрат робочого часу через захворюваність за попередній і аналізований періоди відповідно;

P_{mn} – середньоспискова чисельність робітників за попередній період;

0,5 – коефіцієнт нерівномірності впровадження заходів з охорони праці.

3. Розрахувати економію фонду заробітної плати та відрахувань на соціальне страхування (E_p) за рахунок підвищення продуктивності праці за формулою:

$$E_p = B_p \cdot ЗП_{cp} \left(1 + \frac{П_{c.c.}}{100}\right),$$

де $ЗП_{cp}$ – середньорічна основна і додаткова заробітна плата одного робітника (складає 16,405 тис. грн);

$П_{c.c.}$ – відсоток відрахувань на соціальне страхування (12 %).

4. Розрахувати економію за рахунок зменшення оплати додаткових відпусток E_d , яка визначається за формулою:

$$E_d = P \cdot D_{dov} \cdot C_g,$$

де D_{dov} – кількість днів додаткової відпустки за роботу у шкідливих умовах (6 днів);

C_g – тарифна ставка оплати відпустки, $C_g = 62,8$ грн/день;

P – кількість робітників, які переведені у нормальні умови праці.

5. Розрахувати економію за рахунок переведення робітників, оплата яких проводилась за ставками з шкідливими умовами праці, в нормальні умови:

$$E_{uu} = P \cdot \Phi_{an} (C_{uu} - C_n) \left(1 + \frac{П_{c.c.}}{100}\right) + E_d,$$

де C_{uu} – середня тарифна ставка (годинна) на шкідливих і важких роботах, $C_{uu} = 10,46$ грн;

C_n – середня тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці, $C_n = 8,94$ грн;

6. Розрахувати збиток, заподіяний підприємству профзахворюваннями і виробничим травматизмом за формулою:

$$Y_{cp} = B_{\phi} \cdot K_1 = \frac{3\Pi_{cp} \cdot K_1}{\Phi},$$

де Y_{cp} – середньоденний збиток підприємства;

B_{ϕ} – витрати за лікарняними листками за один день непрацездатності;

K_1 – коефіцієнт, що враховує відносний розмір матеріального збитку при відомих витратах за лікарняними листками $K_1 = 4,14$;

Φ – середній річний ефективний фонд робочого часу одного працюючого (1820 год.).

7. Розрахувати зниження собівартості від зменшення виплат за лікарняними листами E_l за формулою:

$$E_l = \frac{3\Pi_{cp} \cdot T}{\Phi_{mn}} (D_{mn} - D_{an}).$$

8. Розрахувати економію від скорочення плинності кадрів на підприємстві за формулою

$$E_n = Z_n \cdot B_z,$$

де Z_n – зменшення плинності кадрів;

B_z – витрати на заміну звільненого та навчання нового робітника.

9. Розрахувати величину річного економічного ефекту за формулою:

$$E = E_c - E_n \cdot K,$$

де K – одноразові витрати на розроблення і впровадження системи управління охороною праці на підприємстві;

E_n – нормативний коефіцієнт порівнюваної економічної ефективності (для заходів з охорони праці $E_n = 0,08$).

10. Розрахувати сумарну економію від впровадження системи управління охороною праці на підприємстві за формулою:

$$E_c = E_p + E_{ш} + E_l + E_n,$$

де E_p – зниження собівартості (економія) від зменшення профзахворювання і виробничого травматизму по заробітній платі умовно звільнених робітників;

$E_{ш}$ – зниження собівартості від зменшення виплат за ставками шкідливих професій і оплати додаткових відпусток;

E_l – зниження собівартості від зменшення виплат за лікарняними листами;

E_n – зниження собівартості від зменшення збитків через плинність кадрів.

11. Зробити висновки.

3.3 Розрахунок чисельності працівників служби охорони праці та площі приміщення для служби охорони праці на підприємстві

Розрахувати чисельність працівників служби охорони праці на підприємстві, коли відомо, що всього на підприємстві працює P_{cp} працівників, з яких $P_{ш}$ – зі шкідливими речовинами і $P_{пн}$ осіб – на роботах з підвищеною небезпекою. Визначити необхідну площу приміщення для облаштування служби охорони праці.

Варіанти вихідних даних наведені в таблиці 3.3. Номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи.

Таблиця 3.3 – Варіанти вихідних даних

№ з/п	P_{cp}	$P_{ш}$	$P_{пн}$	№ з/п	P_{cp}	$P_{ш}$	$P_{пн}$	№ з/п	P_{cp}	$P_{ш}$	$P_{пн}$
1	750	300	200	11	670	300	200	21	1250	405	480
2	800	280	250	12	1050	725	330	22	1300	580	170
3	600	150	150	13	1300	700	325	23	1135	600	85
4	940	400	260	14	556	220	230	24	1045	760	85
5	845	420	100	15	700	320	190	25	835	360	360
6	1254	720	310	16	860	255	140	26	915	455	125
7	1100	690	280	17	964	480	380	27	720	490	60
8	900	440	240	18	650	55	290	28	680	305	185
9	995	470	230	19	575	60	120	29	525	80	90
10	850	360	185	20	875	360	60	30	770	245	240

Рекомендації до вирішення завдання

1. Розрахувати чисельність працівників служби охорони праці за формулою:

$$M = 2 + K \cdot P_{cp} / \Phi,$$

де M – чисельний склад служби охорони праці;

Φ – ефективний річний фонд робочого часу спеціаліста з охорони праці, який дорівнює 1820 годин. Цей показник враховує втрату робочого часу на можливі захворювання, відпустку та ін.

K – коефіцієнт, який враховує шкідливість й небезпечність виробництва:

$$K = 1 + (P_{ш} + P_{пн}) / P_{cp},$$

2. Визначити необхідну площу приміщення для облаштування служби охорони праці. Для облаштування кабінетів охорони праці, відповідно до СНіП 2.09.04-87, повинно бути виділене спеціальне приміщення, площа якого визначається за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3 – Площа приміщень служби охорони праці (СНіП 2.09.04-87)

Спискова чисельність працюючих, осіб	До 1 000	1 001 – 3 000	3 001 – 5 000	5 001 – 10 000	10 001 – 20 000	Більше 20 000
Площа приміщень для служби охорони праці, м ²	24	48	72	100	150	200

2. Зробити висновки.

3.4 Розрахунок кількості припливного повітря, необхідного для провітрювання виробничого приміщення

Визначити кількість припливу повітря, необхідного для провітрювання виробничого приміщення об'ємом V , m^3 , якщо в ньому працює n людей. Можливість природного провітрювання присутня.

Варіанти вихідних даних наведені в таблиці 3.4. Номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи.

Таблиця 3.4.1 – Варіанти вихідних даних

№ з/п	V, m^3	п, осіб.	№ з/п	V, m^3	п, осіб.
1	150	3	16	118	8
2	140	6	17	250	13
3	200	12	18	78	3
4	145	7	19	90	7
5	190	7	20	245	12
6	225	15	21	80	4
7	170	6	22	165	6
8	100	5	23	150	11
9	95	8	24	260	15
10	146	10	25	110	4
11	156	9	26	120	8
12	105	4	27	240	11
13	135	8	28	360	18
14	170	10	29	130	10
15	150	9	30	230	12

Рекомендації до вирішення завдання

Якщо об'єм приміщення, що припадає на одну людину, менше $20 m^3$, то кількість припливу повітря, необхідного для провітрювання, повинна бути не менше $G_1=30 m^3/год.$ на кожного працівника. При об'ємі приміщення більше $20 m^3$ на одного працівника кількість припливу повітря для провітрювання має бути не менше $G_1=20 m^3/год$ на кожного працівника.

1. Розрахувати об'єм приміщення, що припадає на одну людину, за формулою:

$$V_1 = V/n, m^3.$$

2. Кількість припливу повітря з урахуванням чисельності працівників розрахувати за формулою:

$$G = G_1 \cdot n, m^3/год.$$

3. За довідниками [4, 7] підібрати тип і потужність вентиляційної установки, яка б забезпечувала необхідний приплив повітря.

4. Зробити висновки.

3.5 Розрахунок повітрообміну за надлишком тепла в приміщенні

Виконати розрахунок повітрообміну за надлишками тепла у приміщенні офісу, коли відомо, що кількість працюючих чоловіків $n_{ч}$ і жінок $n_{ж}$, робочі місця обладнані комп'ютерами у кількості n з потужністю $0,3 \text{ кВт}$. Температура повітря в приміщенні 20°C . Потужність освітлювальних приладів $N=400 \text{ Вт}$. Максимальна кількість тепла від сонячної радіації, що надходить через вікна, $Q_{рад}=150 \text{ Вт}$.

Варіанти вихідних даних наведені в таблиці 3.5. Номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи.

Таблиця 3.5 – Варіанти вихідних даних

№ п/п	$n_{ч}$	$n_{ж}$	n	№ п/п	$n_{ч}$	$n_{ж}$	n	№ п/п	$n_{ч}$	$n_{ж}$	n
1	5	2	7	11	4	7	5	21	3	8	10
2	2	6	6	12	5	5	7	22	10	4	6
3	3	5	6	13	3	3	4	23	8	8	10
4	1	8	7	14	5	7	9	24	5	10	7
5	7	3	6	15	7	7	4	25	3	7	5
6	11	2	12	16	6	8	12	26	4	2	5
7	3	4	7	17	5	4	9	27	7	4	9
8	4	8	11	18	8	1	5	28	0	8	6
9	6	2	4	19	7	2	4	29	10	1	8
10	3	2	2	20	1	9	5	30	6	0	2

Вказівки до вирішення завдання:

1. Розрахувати надходження тепла в приміщення офісу за формулою:

$$Q_{над} = Q_{облад} + Q_{л} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт},$$

де $Q_{облад}$ – виділення тепла від обладнання;

$Q_{л}$ – виділення тепла від людей;

$Q_{осв}$ – виділення тепла від приладів освітлення;

$Q_{рад}$ – надходження тепла через зовнішні обгороджуючі конструкції від сонячної радіації.

2. Розраховуємо виділення тепла при роботі обладнання за формулою:

$$Q_{облад} = n \cdot P \cdot k_1 \cdot k_2,$$

де n – кількість комп'ютерів (обладнання);

P – встановлена потужність комп'ютерів;

k_1 – коефіцієнт використання встановленої потужності, $k_1 = 0,8$;

k_2 – коефіцієнт одночасної роботи обладнання, $k_2 = 0,5$.

3. Розраховуємо виділення тепла від людей за формулою:

$$Q_l = n_{\text{ч}} \cdot q_{\text{ч}} + n_{\text{ж}} \cdot q_{\text{ж}}$$

де $n_{\text{ч}}$ – кількість чоловіків, які працюють у приміщенні;

$n_{\text{ж}}$ – кількість жінок, які працюють у приміщенні;

$q_{\text{ч}}$ – кількість тепла, що виділяється одним чоловіком;

$q_{\text{ж}}$ – кількість тепла, що виділяється однією жінкою.

4. Кількість тепла, що виділяється одним чоловіком при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, який виконує легку фізичну роботу, дорівнює 99 Вт .

5. Визначаємо кількість тепла, що виділяється однією жінкою, за формулою:

$$q_{\text{ж}} = q_{\text{ч}} \cdot 0,85.$$

6. Проводимо розрахунок повітрообміну за надлишками тепла у приміщенні офісу за формулою:

$$L = \frac{3600 \cdot Q_{\text{над}}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{\text{вуд}} - t_{\text{нр}})}, \text{ м}^3/\text{год.},$$

де 3600 – коефіцієнт для переведення $\text{м}^3/\text{с}$ в $\text{м}^3/\text{год.}$;

L – кількість необхідного припливу повітря;

$Q_{\text{над}}$ – кількість надходження тепла в офіс;

c_p – питома теплоємність повітря, $c_p = 1000\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

ρ – щільність повітря, $\rho = 1,2\text{ кг}/\text{м}^3$;

$t_{\text{вуд}}$ – температура повітря, що вилучається з приміщення;

$t_{\text{нр}}$ – температура припливного повітря.

7. Різниця температур припливного повітря і того, що вилучається, знаходиться в межах $5 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Цю величину студент приймає самостійно.

8. За довідниками [4,7] підібрати тип і потужність вентиляційної установки, яка б забезпечувала необхідний приплив повітря.

9. Зробити висновки.

3.6 Розрахунок небезпечної зони під час роботи землерийних і вантажопідійомних машин

Розрахувати й графічно зобразити величину небезпечної зони під час роботи землерийних і вантажопідійомних машин з урахуванням можливого обвалення ґрунту для таких технологічних процесів:

1. Робота екскаватора з прямою лопатою в забої при розробки ґрунту бічною проходкою.

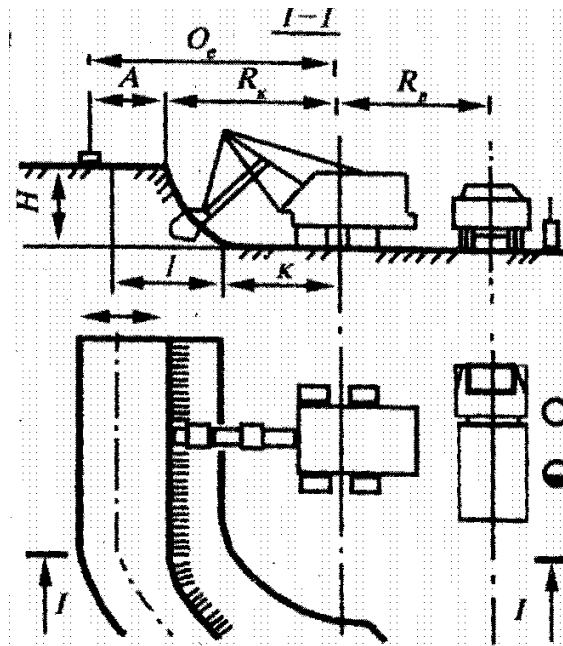


Рисунок 3.1 – Небезпечна зона при роботі землерийної машини в забої

2. Робота стрілового крану, встановленого біля укосу того ж котловану, що вже виритий екскаватором (монтаж фундаментних блоків).

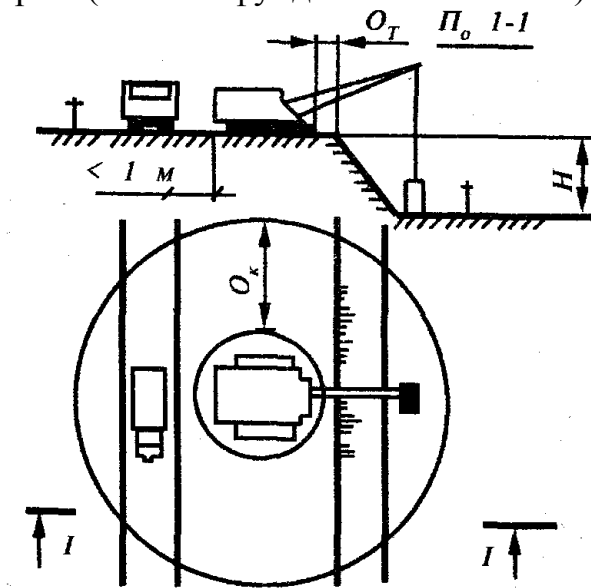


Рисунок 3.2 – Небезпечна зона при роботі стрілового крану біля укосу

Роботи проводять при наступних умовних даних, наведених в таблицях 3.6.1 і 3.6.2.

Таблиця 3.6.1 – Вихідні дані за варіантами

Номер у журналі списку групи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Висота укосу (глибина виїмки) H , м	1,5	3	3	2	3	3,5	1,5	3	2,5	2,5
Радіус копання R_k , м, радіус вивантаження R_e , м	6,5	6,7	7,3	6,7	7,0	5,5	6,7	5,5	6,7	6,7

Таблиця 3.6.2 – Вихідні дані за варіантами

Номер у журналі списку групи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відстань між віссю руху екскаватора і подошвою укосу K , м	4,5	5	5,5	5,5	5	4,5	4,5	5	5,5	5
Вид ґрунту	Насипний не ущільнений	Піщаний	Супісок	Суглинок	Глина	Лес і лесополібні	Супісок	Піщаний	Суглинок	Глина

Небезпечна зона при роботі екскаватора з прямою лопатою O_e визначається з боку копання сумою радіуса копання R_k і відстанню від верху забою до лінії нормативної крутизни укосу ґрунту A плюс I м, а з протилежного боку (з боку вивантаження ґрунту) – радіусом вивантаження R_e (рис. 3.2). Крутизна укосу визначається відношенням його висоти H до закладення B .

Потрібно:

1. Під час роботи екскаватора в забої, користуючись [9,10]:

1.1. Викреслити розрахункову схему (згідно з рис. 3.1);

1.2. Визначити величину закладення ґрунту B [9, 10];

1.2. Визначити величину подошви закладення $I = H \cdot B$;

1.3. Розрахувати відстань від верху забою до лінії нормативної крутизни укосу, прийнявши відстань між віссю руху екскаватора і подошвою укосу $K = 5$ м за формулою:

$$A = K + I - R_k + I, \text{ м,}$$

1.4. Знайти величину небезпечної зони при роботі екскаватора

$$Q_{ек} = R_k + A, \text{ м,}$$

2. Для забезпечення небезпечної роботи стрілового крану біля укосу того ж котловану, користуючись [9,10]:

2.1. Викреслити розрахункову схему (згідно з рис. 3.2);

2.2. Визначити небезпечну зону для стрілового крана при роботі біля укосу котловану за формулою:

$$Q_m = 1,2 \cdot H \cdot B + 1, \text{ м,}$$

2.2. Визначити найменш допустиму (нормативну) відстань по горизонталі від підвалини укосу виїмки до найближчої опори машини Q_m^H , м [9, табл. 4.2; 10, табл.3];

2.3. Вибрати величину небезпечної зони і обґрунтувати цей вибір;

2.4. Зобразити небезпечну зону на кресленні.

3.7 Розрахунок стійкості баштового крана

Для безпечної організації монтажних робіт виконати розрахунок стійкості баштового крана. Визначити розмір небезпечної зони при роботі того ж крана згідно з [10].

1. Перевірити вантажну стійкість баштового крана з урахуванням додаткових навантажень і ухилу шляху при підйомі вантажу вагою Q , кН (без переміщення крана).

2. Визначити величину небезпечних зон при роботі баштового крана при побудові споруди висотою $H_{б\text{уд}}$, м.

Вихідні дані: вага крана G , кН; виліт стріли крана $L_{в\text{ стр}}$, м; довжина колії $L_{кол}$, м; ширина колії $S_{кол}$, м; відстань від осі обертання стріли до центра ваги крана c , м; швидкість підйому вантажу $v = 0,5$ м/с; час хитливого режиму роботи крана при пуску й гальмуванні t , с; вітрове навантаження на кран W , Па; вітрове навантаження на вантаж W_1 , Па; відстань від головки рейки до центра додатку вітрового навантаження на кран ρ , м; частота обертання крана навколо вертикальної осі n , хв⁻¹; відстань від головки рейки до оголовка стріли крана h , м; відстань від головки рейки до центра ваги підвішеного вантажу H , м; кут нахилу шляху крана α , °; відстань від осі обертання крана до ребра перекидання b , м; відстань від осі обертання крана до центра ваги вантажу, що піднімається, a , м; відстань від центра додатку вітрового навантаження - на вантаж до головки рейки ρ_1 , м; відстань від центра ваги крана до головки рейки h_1 , м. Розрахункова схема приведена на рисунку 3.3.

Вихідні дані за варіантами наведені в таблицях 3.7.1 і 3.7.2.

Таблиця 3.7.1 – Вихідні дані за варіантами

Номер у журналі списку групи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , кН	80	100	40	52	100	60	48	40	80	120
n , об/хв. ⁻¹	0,2	0,44	0,6	0,2	0,44	0,6	0,44	0,6	0,44	0,6
G , кН	250	300	200	180	200	220	270	350	370	265
c , м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Номер у журналі списку групи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h_1, м$	15	15	10	15	10	12	15	15	10	12
$v, м/с$	0,5	1,2	1,3	2,0	0,5	1,2	1,3	2,0	1,5	1,6
$t, с$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$h, м$	20	25	30	35	20	25	30	35	20	20
$H, м$	20	25	20	25	20	25	20	25	20	25
$\alpha, град$	0	1	1	2	2	0	1	3	2	2
$b, м$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$a, м$	23	24	25	26	23	24	25	26	23	22
$W, Па$	150	200	100	160	160	150	200	100	160	160
$\rho, м$	15	15	10	15	10	12	15	15	10	12
$W_1, Па$	50	50	30	50	40	50	50	30	50	40
$\rho_1, м$	22	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Прискорення вільного падіння прийняти стандартним щодо нормальних умов: $g = 9,81 м/с^2$.

Таблиця 3.7.2 – Вихідні дані за варіантами

Номер у журналі списку групи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$H_{б\ddot{y}д}, м$	15	18	20	24	36	45	40	38	19	21
$L_{в стp}, м$	30	45	24	30	45	30	24	30	30	30
$L_{кoль}, м$	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	50	62,5	37,5
$S_{кoль}, м$	6,0	7,5	6,0	7,5	6,0	6,0	7,5	6,0	7,5	6,0

Рекомендації до вирішення завдання

1. Умови вантажної стійкості крана можна сформулювати таким чином: зазначений і розрахований згідно із завданням коефіцієнт вантажної стійкості баштових кранів K_r повинний перевищувати чи дорівнювати 1,15.

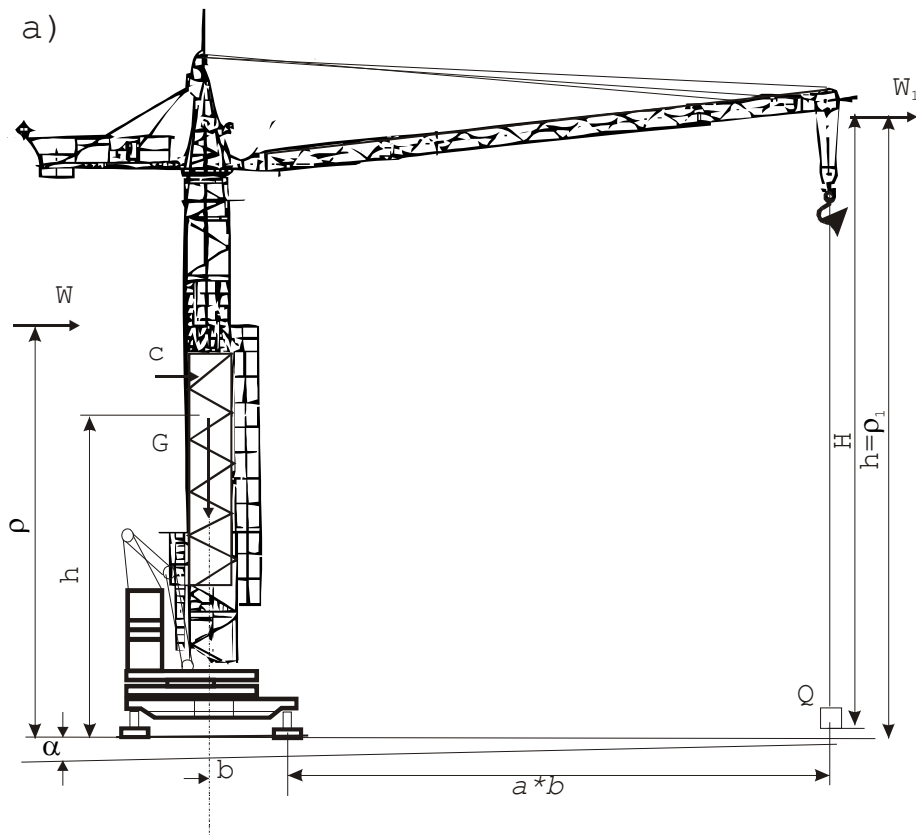


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема стійкості баштових кранів з вантажем

Вантажна стійкість баштового крана повинна відповідати умові

$$K_1 M_2 < M_n,$$

де K_1 – коефіцієнт вантажної стійкості, прийнятий для горизонтального шляху без урахування додаткових навантажень дорівнює 1,4, а при наявності додаткових навантажень (вітер, інерційні сили) і впливу найбільшого ухилу шляху, що допускається, - 1,15;

M_2 – момент, створюваний робочим вантажем щодо ребра перекидання, т·м;

M_n – момент всіх інших (основних і додаткових) навантажень, що діють на кран щодо того ж ребра з урахуванням найбільшого ухилу шляху, що допускається, т·м.

Величину вантажного моменту M_2 визначають за формулою:

$$M_2 = Q(a - b),$$

де Q – вага найбільшого робочого вантажу, Н;

a – відстань від осі обертання крана до центра ваги найбільшого робочого вантажу, підвішеного до гака, при установці крана на горизонтальній площині в м;

b – відстань від осі обертання крана до ребра перекидання, м.

Величину утримуючого моменту M_n , що виникає в крані від дії основних і додаткових навантажень, знаходять з виразу:

$$M_n = M'_e - M_y - M_{у.с.} - M_u - M_e,$$

де M'_e – відновний момент від дії власної ваги крана:

$$M'_e = G(b+c)\cos \alpha,$$

де G – вага крана, Н;

c – відстань від осі обертання крана до його центра ваги, м;

α – кут нахилу шляху крана, град (для пересувних стрілових кранів, а також кранів-екскаваторів $\alpha = 3^\circ$ при роботі без виносних опор і $\alpha = 1,5^\circ$ при роботі з виносними опорами; для баштових кранів $\alpha = 2^\circ$ при роботі на тимчасових шляхах і $\alpha = 0^\circ$ при роботі на постійних шляхах);

M_y – момент, що виникає від дії власної ваги крана при ухилі шляху:

$$M_y = Gh_l \sin \alpha,$$

де h_l – відстань від центра ваги крана до площини, що проходить через точки опорного контура, м;

$M_{у.с.}$ – момент від дії відцентрових сил:

$$M_{у.с.} = \frac{Qn^2 ah}{900 - n^2 H},$$

де n – частота обертання крана навколо вертикальної осі, хв^{-1} ;

h – відстань від оголовка стріли до площини, що проходить через місця опорного контура, м;

H – відстань від оголовка стріли до центра ваги підвішеного вантажу (при перевірці на стійкість вантаж піднімають над землею на 0,2 – 0,3 м);

M_u – момент від сили інерції при гальмуванні вантажу, що опускається:

$$M_u = \frac{Qv}{gt} (a - b),$$

де v – швидкість підйому вантажу, м/с (при наявності вільного опускання вантажу розрахункову величину швидкості приймають рівною 1,5 м/с);

g – прискорення сили ваги, рівне $9,81 \text{ м/с}^2$;

t – час несталого режиму роботи механізму підйому (час гальмування вантажу), с;

M_e – вітровий момент:

$$M_e = M_{e,к} + M_{e,з} = W_c + W_l \cdot c_l,$$

де $M_{e,к}$ – момент від дії вітру на кран;

$M_{e,з}$ – момент від дії вітру на підвішений вантаж;

W – сила тиску вітру, що діє паралельно площини, на яку встановлений кран, на навітряну площу крана, Па;

W_1 – сила тиску вітру, що діє паралельно площини, на якій встановлений кран, на навітряну площу вантажу, Па;

$c = h_1$ і $c_1 = h$ відстань від площини, що проходить через місця опорного контуру, до центра додатка вітрового навантаження, м.

Величину коефіцієнта вантажної стійкості крана, не призначеного для переміщення з вантажем, визначають за формулою:

$$K_1 = \frac{M_{\Pi}}{M_{\Gamma}} \geq \geq \frac{G[(b+c) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha] - \frac{Qn^2 ah}{900 - n^2 H} - \frac{Qv}{gt} (a-b) - W\rho - W_1 \rho_1}{Q(a-b)} \dots \geq 1,15.$$

Тиск вітру на кран W визначають за формулою:

$$W = k \cdot q \cdot F,$$

де k – коефіцієнт аеродинамічного опору (для суцільних балок формою прямокутного перерізу $k = 1,49$, для прямокутних кабін машиністів, противаг, відтяжок кранів і т.п. $k = 1,2$; для конструкцій з труб діаметром 170 мм $k = 0,7$, а з труб діаметром 140-170 мм $k = 0,5$);

q – розрахунковий напір вітру, Па;

F – навітряна поверхня крана і вантажу, м².

При проведенні розрахунку кранів на вантажну стійкість тиск вітру для більшості районів країни приймають: для самохідних стрілових кранів – 250 Па, для високих баштових монтажних кранів - 150 Па.

Для кранів висотою (чи встановлюваних на висоті) над поверхнею землі від 20 до 100 м розрахунковий напір визначають інтерполяцією, причому загальну висоту крана розбивають на зони по 20 м, розрахунковий напір у межах кожної зони приймають постійним і визначають за висотою середнього місця зони.

Навітряна поверхня крана визначається площею, обмеженою контуром крана, і ступенем заповнення цієї площі елементами ґрат:

$$F = a \cdot F_0,$$

де F_0 – площа, обмежена контуром крана, м²,

a – коефіцієнт заповнення; для суцільних конструкцій $a = 1$, для ґратчастих конструкцій $a = 0,3-0,4$.

Навітряну площу вантажу визначають за дійсною площею найбільших вантажів, що піднімаються краном.

3.8 Розрахунок небезпечної зони при роботі крана

Визначення межі небезпечної зони при роботі крана виконувати згідно [10]. При виконанні завдання користуватися [9].

Вихідні дані приймати згідно варіанту по таблицям 3.7.1 та 3.7.2.

При роботі на висоті небезпечною зоною вважається відкрита ділянка, розташована під зоною проведення робіт (рис. 3.4), межі якої визначають за горизонтальною проекцією площі робіт, збільшеною на величину можливого відльоту падаючого предмета [9, табл. 4.3) або за формулою $0_3 = 0,3 \cdot H_{\text{роб}}$, м, де $H_{\text{роб}}$ – висота, на якій виконують роботи, м.

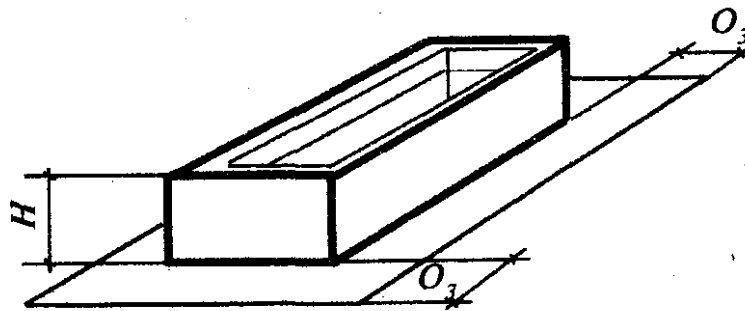


Рисунок 3.4 – Небезпечна зона поблизу споруди, що будується

При визначенні небезпечної зони, що виникає від падіння конструкції при переміщенні краном, можна користуватися формулою:

$$S_{\text{відл}} = \sqrt{h[m(l - \cos \varphi) n]}, \text{ м,}$$

де S – значення гранично можливого відльоту конструкції в сторону від первинного положення її центра тягара при можливості вільного падіння, м;

h – висота підйому конструкції над рівнем землі, монтажним горизонтом у процесі монтажу, м;

m – довжина стропа, м;

φ – кут між вертикаллю і стропом, град;

n – половина довжини конструкції, м.

Межу небезпечної зони роботи баштових кранів визначають таким чином:

- за довжиною підкранового шляху

$$S_{\text{нз}} = L_{\text{кол}} + 2(L_{\text{вил стр}} + S_{\text{відліт}}),$$

- по ширині підкранового шляху

$$S_{\text{нз}} = S_{\text{кол}} + 2(L_{\text{вил стр}} + S_{\text{відліт}}),$$

де $L_{\text{кол}}$ – довжина підкранового шляху, м;

$S_{\text{кол}}$ – ширина колії, м;

$L_{вил стр}$ – максимальний виліт стріли, м;
 $S_{відліт}$ – відліт вантажу при його падінні з висоти, м.

3.9 Визначення рівнів шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни

Визначити рівні звукового тиску, який створюють 4 вентилятори, що встановлені в окремому приміщенні і працюють з однаковими режимами (продуктивністю $Q = 2000 \text{ м}^3/\text{год}$, розвинутим тиском $H = 900 \text{ Па}$).

Сусіднє приміщення цехової лабораторії відділене від приміщення з вентиляторами глухою цегляною стіною товщиною 520 мм.

Визначити рівні звукового тиску в лабораторії та їх відповідність вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Звуковий тиск від одного вентилятора визначаємо за формулою:

$$L_{pj} = 10 \lg Q + 5\gamma(\lg H - 1) - 30 \lg f + 140,$$

де f – середньгеометрична частота октавної смуги, Гц;

γ – коефіцієнт (його значення наведені в таблиці 3.9).

Таблиця 3.9 – Значення коефіцієнта γ

Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
γ	0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0

Рівень звукового тиску від декількох джерел звуку однакової потужності визначаємо за формулою:

$$L_n = L_1 + 10 \lg n,$$

де n – кількість джерел звуку.

Рівні шуму в лабораторії в кожній з октавних смуг визначаються як різниця між звуковим тиском джерела шуму й звукоізоляцією стіни:

$$L_{лабj} = L_{nj} - R_j.$$

Потім ця величина порівнюється з допустимими рівнями звукового тиску.

По результатам розрахунків виходить, що рівень звуку в лабораторії не перевищує допустимих значень.

Якщо в результаті розрахунків виявиться, що на деяких середньгеометричних частотах (або на одній) рівні звукового тиску в лабораторії перевищують допустимі ДСН 3.3.6.037-99, то треба запропонувати заходи щодо зниження шуму.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 – Результати розрахунку

Середньогометрична частота октавної смуги, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звуковий тиск від одного вентилятора, L_{pj} , дБ	88	82	87,6	91,7	97,3	95,6	93,9	92,2
Загальний рівень звукового тиску, L_p , дБ	92,8	86,8	92,4	96,5	102	100,4	98,67	96,97
Звукоізоляція цегляної стіни, $R_{ст}$, дБ	45	45	52	59	65	70	70	70
Рівні звукового тиску в лабораторії, $L_{лаб}$, дБ	47,8	41,8	40,4	37,5	37	30,4	28,67	26,97
Допустимі рівні звукового тиску в лабораторії, $L_{доп}$, дБ	79	70	63	58	55	52	50	49

Завдання для самостійної роботи

Визначити рівні шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни, використовуючи методику, наведену у прикладі. Деякі показники залишаються незмінними, а інші залежать від варіанту, зокрема товщина стіни, S , мм. Звукоізолюючу спроможність цегляної стіни слід визначати по «Справочник проектировщика. Защита от шума /под ред. проф. Юдина Е. Я., М.: Стройиздат, 1974. 135 с. (табл. 3.2, стор. 31). Щоб правильно використовувати дані цього довідника, треба пам'ятати, що довжина цегли 250 мм, а ширина 125 мм.

Таблиця 3.11 – Вихідні дані для самостійної роботи за варіантами (номер варіанта приймається згідно номеру прізвища студента у журналі списку групи).

№з/п	Показники				№з/п	Показники			
	п, кільк.	Q, м ³ /год	H, Па	S, мм		п, кільк.	Q, м ³ /год	H, Па	S, мм
1	2	1500	500	125	14	8	2100	1100	125
2	3	1600	600	250	15	7	2200	1200	250
3	4	1700	700	375	16	6	2300	1300	375
4	5	1800	800	500	17	5	2400	1400	500
5	6	1900	900	625	18	4	2500	1500	625
6	6	2000	1000	625	19	3	2600	1600	500
7	5	2100	1100	500	20	2	2700	1700	375
8	4	2200	1200	375	21	3	1500	1500	250
9	3	2300	1300	250	22	4	1600	1600	125
10	2	2400	1400	125	23	5	1700	1700	250
11	7	2500	1500	250	24	5	1800	1800	375
12	8	2600	1600	375	25	6	1900	1900	250
13	8	2700	1700	250	26	4	2000	2000	250

3.10 Розрахунок віброізоляторів

Було встановлено перевищення віброшвидкості на робочих місцях відділу в 3 – 4 рази, яка передається по конструкціях з сусіднього приміщення (вентиляційної камери). У зв'язку з цим розрахуємо віброізоляцію вентилятора із забезпеченням допустимих параметрів вібрації. Для віброізоляції використаємо гуму.

Дані атестаційних карт свідчать, що на робочих місцях на частоті $f = 63$ Гц віброшвидкість складає $V = (0,06 - 0,08)$ м/с. В той же час її допустимий рівень, відповідно з ДСН 3.3.6.039-99 «Санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації», не повинен перевищувати $V_{\text{доп}} = 0,02$ м/с.

1. Між плитою і вентилятором встановлюємо 4 гумових віброізолятори, виготовлених із гуми марки 3311 з розрахунковим статичним напруженням в пружному матеріалі амортизатора $\sigma = 3 \cdot 10^5$ Па = 30 Н/см² і з динамічним модулем пружності гуми $E_d = 25 \cdot 10^5$ Па = 250 Н/см². Приймаємо вагу плити $P = 21000$ Н.

2. Визначаємо площу поперечного перетину всіх віброізоляторів, S , см²:

$$S = P / \sigma = 21000/30 = 700 \text{ см}^2,$$

Площа одного віброізолятора $S_B = S/4 = 175$ см².

3. Визначаємо робочу висоту кожного віброізолятора, H , см:

$$H_p = E_d \cdot S/K,$$

де K – сумарна жорсткість віброізоляторів:

$$K = 4\pi^2 f_0^2 \cdot P / g,$$

де $f_0 = 12$ Гц - допустима частота власних вертикальних коливань (визначаємо за графіком довідника: «Инженерные решения по охране труда в строительстве. Справочник строителя». Под ред Г.Г. Орлова. – М.: Стройиздат, 1985);

$g = 981$ см/с² – прискорювання вільного падіння.

$$\begin{aligned} \text{Тоді} \quad K &= 4 \cdot 3,14^2 \cdot 12^2 \cdot 21000 / 981 = 121572 \text{ Н/см}^2, \\ H_p &= 250 \cdot 700 / 121572 = 1,44 \text{ см.} \end{aligned}$$

4. Приймаємо $H_p = 2$ см і перетин віброізолятора – квадрат зі стороною $d = 14$ см, тоді $S_{1B} = 196$ см².

5. Визначаємо повну висоту:

$$H = H_p + d/8 = 2 + 14/8 = 3,75 \text{ см.}$$

6. Визначаємо фактичну жорсткість прийнятих гумових віброізоляторів:

$$K_{\phi} = E_{\text{д}} \cdot S / H = 250 \cdot 700 / 3,75 = 46667 \text{ Н/см.}$$

7. Визначаємо фактичну частоту власних коливань віброізованого робочого місця за формулою:

$$f_{0\phi} = (1/2\pi) \cdot (K_{\phi} \cdot g/P)^{-2} = (1/6,28) \cdot (46667 \cdot 981/21000)^{-2} = 7,47 \text{ Гц.}$$

8. Визначаємо коефіцієнт передачі для частоти 63 Гц, на якій зареєстровано перевищення віброшвидкості за формулою:

$$\mu = 1/[(f/f_{0\phi})^2 - 1] = 1/[(63/7,47)^2 - 1] = 1/70 = 0,014.$$

Розрахункове значення віброшвидкості на віброізованому робочому місці:

$$V_0 = V \cdot \mu = 0,08 \cdot 0,014 = 0,001 \text{ м/с} < V_{\text{доп}} = 0,02 \text{ м/с.}$$

Таким чином, параметри віброізаторів вибрані правильно, що підтверджується розрахунком.

Завдання для самостійної роботи

Виконати розрахунок гумових віброізаторів для вентилятора. Розрахунок виконати відповідно до методики, приведенної у прикладі вище.

Таблиця 3.12 – Вихідні дані для самостійної роботи за варіантами (номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи).

№з/п	Показники			№з/п	Показники		
	P, кН	σ, Н/см ²	E _д , Н/см ²		P, кН	σ, Н/см ²	E _д , Н/см ²
1	15	25	150	14	21	25	280
2	16	26	160	15	22	26	290
3	17	27	170	16	23	27	300
4	18	28	180	17	24	28	150
5	19	29	190	18	25	29	160
6	20	30	200	19	15	30	170
7	21	31	210	20	16	31	180
8	22	32	220	21	17	32	190
9	23	33	230	22	18	33	200
10	24	34	240	23	19	34	210
11	25	35	250	24	20	35	220
12	15	25	260	25	21	25	230
13	16	26	270	26	22	26	250

Примітка. Інші показники приймаються із приведенного вище прикладу розрахунку віброізаторів.

3.11 Розрахунок допустимого часу робіт при електромагнітному випромінюванні

У відкритому розподільчому обладнанні, де розташована апаратура з напругою $U = 500$ кВ, яка живиться перемінним струмом промислової частоти 50 Гц треба виконати планові роботи на ряді ділянок з підвищеною напругою електричного поля. Робота буде виконуватися без використання захисних засобів.

На ділянці А, де напруженість електричного поля дорівнює $E_A = 10$ кВ/м, тривалість роботи складає $t_{EA} = 60$ хвилин; на ділянці В, де напруженість електричного поля дорівнює $E_B = 8$ кВ/м, $t_{EB} = 90$ хвилин. Визначити фактичний час виконання робіт (t_{EC}) для третьої ділянки С, де напруженість електричного поля дорівнює $E_C = 6$ кВ/м, а також загальний час виконання робіт.

Рішення. В робочій зоні, яка характеризується різними значеннями напруженості електричного поля, перебування персоналу обмежується граничним часом, $T_{\text{гран}}$:

$$T_{\text{гран}} = 8 \cdot (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + \dots + t_{En}/T_{En}),$$

де $t_{E1\dots n}$ і $T_{E1\dots n}$ – фактичний і допустимий час (в годинах) перебування персоналу в конкретних зонах з напруженістю поля – E_1, \dots, E_n .

Допустимий час T_E (вимірюється в годинах) перебування персоналу в зонах з напруженістю E (вимірюється в кВ/м) визначається за формулою:

$$T_E = 50/E - 2.$$

Тоді допустимий час перебування персоналу в зонах А, В, С буде складати:

$$\begin{aligned} T_{EA} &= 50/10 - 2 = 3 \text{ години;} \\ T_{EB} &= 50/8 - 2 = 4,25 \text{ години;} \\ T_{EC} &= 50/6 - 2 = 6,33 \text{ години.} \end{aligned}$$

Підставляємо отримані значення в формулу (1) і рахуємо, що $T_{\text{гран}}$ не повинно перевищувати 8 годин (тобто $T_{\text{гран}} = 8$ годин), тоді дійсний фактичний час перебування персоналу в зоні С можна підрахувати за допомогою такого рівняння:

$$\begin{aligned} 8 &= 8 \cdot (1/3 + 1,5/4,25 + t_{EC}/6,33), \\ t_{EC} &= 2 \text{ години.} \end{aligned}$$

Таким чином, час роботи на ділянці С не повинен перевищувати 2 години, а загальний час роботи на всіх трьох ділянках не повинен перевищувати:

$$t_{\text{заг}} = t_{EA} + t_{EB} + t_{EC} = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \text{ години.}$$

Завдання для самостійної роботи.

Умови завдання аналогічні тим, що приводяться в прикладі розрахунку, але деякі показники залежать від варіанту вихідних даних (табл. 3.8).

Таблиця 3.13 – Вихідні дані для самостійної роботи за варіантами (номер варіанта приймається згідно з номером прізвища студента у журналі списку групи).

№п/п	Показники			№п/п	Показники		
	E_A , кВ/м	E_B , кВ/м	E_C , кВ/м		E_A , кВ/м	E_B , кВ/м	E_C , кВ/м
1	6	5	4	14	10	8	8
2	7	6	5	15	11	9	7
3	8	7	6	16	12	10	6
4	9	8	7	17	13	11	5
5	10	9	8	18	14	12	4
6	11	10	8	19	15	5	7
7	12	11	7	20	6	6	5
8	13	12	6	21	7	7	6
9	14	5	5	22	8	8	7
10	15	6	4	23	9	9	8
11	14	7	7	24	10	10	4
12	13	8	6	25	11	8	5
13	12	9	6	26	10	8	6

Зробити висновки щодо перебування персоналу на ділянках з підвищеною напруженістю електричного поля.

3.12 Розрахунок загального штучного освітлення приміщення за методом коефіцієнта використання світлового потоку

Розрахувати загальне штучне освітлення приміщення за методом коефіцієнта використання світлового потоку для приміщень розмірами, що наведені у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Вихідні дані за варіантами

Група варіантних параметрів	Види приміщень	Розміри приміщення $a \times b \times h$, м	Примітка
Номер у журналі списку групи	0	Читальний зал	a – довжина, b – ширина, h – висота приміщення, м
	1	Конференц-зал	
	2	Конструкторське бюро	
	3	Машинописне бюро	
	4	Навчальна аудиторія	
	5	Зал засідань	
	6	Приміщення офісу	
	7	Актовий зал	
	8	Приміщення кабінету	
9	Торговий зал		

Керуючись ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення, вибрати джерело світла для заданого приміщення і кількість ламп в одному світильнику.

Потрібно:

1. Вибрати джерело світла і тип світильників;
2. Вибрати тип лампи, що забезпечує нормовану освітленість при прийнятій нижче (в подальших розрахунках) їхній кількості, аргументувати необхідний світловий потік однієї лампи;
3. Обґрунтувати норму освітленості робочих поверхонь у заданому приміщенні;
4. Залежно від індексу приміщення та співвідношення коефіцієнтів відбиття визначити коефіцієнт використання світлового потоку;
5. Розрахувати кількість світильників і кількість ламп в одному світильнику;
6. Вибрати схему розташування світильників (зобразити графічно).

Рекомендації до розв'язання завдання

Розрахунок ведуть методом загального рівномірного штучного освітлення за коефіцієнтом використання. Залежно від розмірів і призначення приміщення, а також враховуючи варіантні вихідні дані, намічають принципову конструкцію освітлюваної установки, тип джерел світла в ній, світильників та ін. (табл. 3.12.2).

Використовуючи [9], визначають необхідний світловий потік однієї лампи $\Phi_{л}$, що забезпечує нормовану освітленість.

За ДБН В.2.5-28-2006 (табл.1) визначають норму освітленості для заданого приміщення E_n , лк, залежно від його функціонального призначення.

Таблиця 3.15 – Вихідні дані за варіантами

Група варіантних параметрів	Лампи	Тип ламп	Коефіцієнти відбиття:			
			стелі	стін	підлоги	
Номер у журналі списку групи	0	розжарювання	В-20	70	60	30
	1	газорозрядні	ЛБ-40	70	50	10
	2	газорозрядні	ЛДЦ-40	50	30	10
	3	розжарювання	Г-40	30	10	10
	4	газорозрядні	ЛД-40	50	30	10
	5	газорозрядні	ЛБ-30	70	60	30
	6	газорозрядні	ЛД-80	70	50	10
	7	газорозрядні	ЛДЦ-80	50	30	10
	8	розжарювання	Г-150	70	50	10
9	газорозрядні	ЛБ-20	30	10	10	

Залежно від геометричних характеристик приміщення знаходять i – індекс приміщення:

$$i = S / [h(a+b)],$$

де S – площа приміщення, м²:

$$S = a \cdot b,$$

a – довжина, b – ширина приміщення, м;

h – висота підвішування світильників над освітлюваною поверхнею (не плутати із загальною висотою приміщення), м.

Знаючи індекс приміщення i та співвідношення коефіцієнтів відбиття $\rho_{ст}, \rho_{стін}, \rho_{підл}$ за [9] визначають коефіцієнт використання світлового потоку η , %:

$$\eta = f(i; \rho_{ст}; \rho_{стін}; \rho_{підл}),$$

де $\rho_{ст}; \rho_{стін}; \rho_{підл}$ – коефіцієнти відбиття відповідно стелі, стін та підлоги (табл. 3.12.2).

Потім виконують остаточний розрахунок:

$$N = (E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z) / (\Phi_l \cdot \eta),$$

де N – кількість світильників, шт. При розрахунку кількість світильників округляють до цілого числа;

n – кількість ламп в одному світильнику, шт. Світильники з лампами розжарювання можуть мати довільне число ламп. Люмінесцентне освітлення у приміщеннях з постійним перебуванням людей, для уникнення пульсації світлового потоку, вимагає число ламп в одному світильнику кратне 2. У приміщеннях з постійним перебуванням людей категорично забороняється застосовувати однолампові люмінесцентні світильники, що живляться від змінного струму і не мають спеціальних засобів уникнення пульсації;

Φ_l – світловий потік однієї лампи, лм (беруть з технічних характеристик ламп);

E_n – нормована освітленість за ДБН В.2.5-28-2006, лк;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує старіння, запилення світильників і джерел світла;

Z – коефіцієнт рівномірності: для ламп розжарювання $Z = 1,15$, для люмінесцентних (газорозрядних) – $Z = 1,1$;

S – площа приміщення, м²;

η – коефіцієнт використання світлового потоку визначають за таблицями [9] у частках одиниці.

Таким чином, на підставі розрахунку визначають необхідну кількість ламп (N), обирають місця розташування світильників і їхню кількість (n), що показують на графічній схемі (де зображують розміщення світильників на стелі).

3.13 Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення, що надходить через віконні прорізи, розраховується виходячи із співвідношення площі світлових прорізів до площі підлоги.

Розрахуємо площу світлових прорізів при бічному освітленні приміщення за формулою:

$$S_o = S_n \cdot e_N \cdot k_3 \cdot k_{\text{буд}} \cdot \eta / 100 \cdot t_o \cdot r,$$

де S_o – розрахункова площа світлових прорізів;

S_n – площа підлоги приміщення;

e_N – нормоване розрахункове значення коефіцієнта природного освітлення (КПО);

k_3 – коефіцієнт запасу – 1,5;

$k_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, який враховує затінення сусідніми будівлями;

η – світлова характеристика вікон;

r – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при бічному освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення і підстильного шару, що прилягає до будинку.

t_o – загальний коефіцієнт світлового пропускання, що визначається за формулою:

$$t_o = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 \cdot t_5,$$

де t_1 – коефіцієнт світлового пропускання матеріалу склопакета (0,9);

t_2 – коефіцієнт, що враховує втрату світла в плетіннях світлового пролomu, подвійні роздільні (0,9);

t_3 – коефіцієнт, що враховує утрати світла в несучих конструкціях (1);

t_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних засобах (1);

t_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, установленій під ліхтарями (1).

Визначасмо значення КПО для м. Харкова за формулою:

$$e_N = e_n \cdot m_N,$$

де e_n – нормоване значення КПО згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення» (табл. 3.1 і 3.2) при боковому освітленні при роботах середньої точності;

m_N – коефіцієнт світлового клімату (табл. 3.3, ДБН В.2.5-28 «Природне та штучне освітлення»);

N – номер групи забезпеченості природним освітленням (орієнтація світлових прорізів за сторонами азимута).

Таблиця 3.16 – Вихідні дані за варіантами

Показники	Номер прізвища студента у журналі списку групи									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S_n	15 м ²	20 м ²	24 м ²	30 м ²	36 м ²	40 м ²	45 м ²	50 м ²	20 м ²	30 м ²
$k_{\text{буд}}$	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05
η	9	10	11	12	13	14	13	12	11	10
r	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,75	1,7	1,6
N	ПН	З	С	ПД	ПН-З	ПН-С	ПД-З	ПД-С	З	С

Примітка: ПН – північ; З – захід; С – схід; ПД – південь.

3.14 Розрахунок захисного заземлення електрообладнання

Розрахувати захисний заземлюючий пристрій для заземлення електрообладнання при наступних вихідних даних (табл. 3.17): ґрунт – суглинок з питомим електричним опором ρ , нормативний опір захисного заземлюючого пристрою - $R_{ззз}$ (згідно з ГОСТ 12.1.030-81).

Таблиця 3.17- Вихідні дані за варіантами

Група ва-ріантних параметрів	Показники	Одиниця вимірювання	Номер прізвища студента у журналі списку групи									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$\rho_{роз}$	Ом · м	100	90	110	120	115	95	105	110	120	125
	$R_{ззз}$	Ом	≤ 4	≤ 4	≤ 10	≤ 4	≤ 4	≤ 10	≤ 4	≤ 4	≤ 10	≤ 4

Як заземлювачі прийняти сталеві труби діаметром d і довжиною l , розташовані вертикально і з'єднані зварюванням сталеву смугою 40 х 4 мм (табл. 3.18).

Таблиця 3.18 – Вихідні дані за варіантами

Група варіантних параметрів	Показники	Од. виміру	Номер прізвища студента у журналі списку групи									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	d	м	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07	0,05	0,08	0,07	0,06	0,06
	L	м	2,5	3,0	2,5	2,6	3,0	2,7	2,8	2,6	2,8	3,0

Потрібно:

1. Визначити опір одиночного вертикального заземлювача.
2. Визначити опір сталеві смуги, що з'єднує вертикальні стержневі заземлювачі.
3. Визначити необхідну кількість одиночних стержневих заземлювачів.
4. Визначити загальний опір захисного заземлюючого пристрою з урахуванням сталеві смуги й оцінити його відповідно до вимог ГОСТ 12.1.030-81.
5. Накреслити схему захисного заземлюючого пристрою з розташуванням одиночних заземлювачів.

Рекомендації до розв'язання завдання

Завдання вирішувати за методикою, викладеною на стор. 87 – 88 [11], а також на стор. 188 – 193 [9] з урахуванням допустимої величини загального опору захисного заземлюючого пристрою, установленю ГОСТ 12.1.030-81.

Рішення:

1. Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача R_b , Ом:

$$R_b = \rho_{роз} / 2\pi L [\lg(2L/d) + 0,5\lg(4t + L)/(4t - L)],$$

де t – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м; L , d – довжина і діаметр стержневого заземлювача, м.

Розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{роз}} = \rho\Psi$, де Ψ – коефіцієнт періоду року, який враховує підвищення опору ґрунту протягом року (за довідником для 3-ї кліматичної зони приймаємо $\Psi = 1,5$).

2. Визначаємо приблизну кількість одиночних вертикальних стержневих заземлювачів за формулою:

$$n = R_{\text{в}}/[r_3]\eta_{\text{в}},$$

де r_3 – допустимий за нормами опір захисного заземлюючого пристрою, Ом;

$\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для приблизного розрахунку дорівнює 1). Дійсне значення коефіцієнтів використання $\eta_{\text{в}} = 0,66$ і $\eta_{\text{г}} = 0,39$ для вертикальних та горизонтальних заземлювачів відповідно (Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат – 1984).

3. Визначаємо довжину сталеві смуги, яка з'єднує заземлювачі, м:

$$L = 1,05(n - 1),$$

Відстань між заземлювачами, як правило, приймають у відповідності їх довжини, тобто $a = 1 \times L$; $a = 2 \times L$; $a = 3 \times L$.

4. Визначаємо опір сталеві смуги, яка буде з'єднувати стержневі заземлювачі:

$$R_{\text{п}} = (\rho'_{\text{роз}}/2\pi L)\lg(l^2/dt),$$

де L – довжина смуги, м; t – відстань від смуги до поверхні ґрунту, м; $d = 0,5b$ (b – ширина смуги, м).

5. Підрахуємо загальний розрахунковий опір захисного заземлюючого пристрою R з урахуванням сталеві смуги, що з'єднує, Ом:

$$R = R_{\text{в}} R_{\text{г}} / (R_{\text{в}}\eta_{\text{г}} + R_{\text{г}}\eta_{\text{в}} n).$$

Правильний розрахунок захисного заземлюючого пристрою має відповідати умовам $R \leq [r_3]$. Якщо умови не виконуються, то необхідно збільшити кількість вертикальних заземлювачів.

6. Схему пристрою, що заземлює, зобразити за аналогією з [11] або з рис. 6.24 на стор. 191 [9]. Додатково необхідно показати контур пристрою, що заземлює, у плані. При цьому число одиночних стержневих заземлювачів, наведених на схемі, має відповідати розрахунковому.

3.15 Розрахунок очікуваного шуму у приміщенні

Рекомендації до розв'язання завдання

1. Розрахувати очікуваний рівень звуку в приміщенні від джерела шуму, розташованого на території, яка прилягає до будівлі.

Шум від цього джерела проникає через огорожувальні конструкції в ізольоване приміщення. Розрахуємо очікуваний рівень звуку в розрахунковій точці, тобто у приміщенні, за формулою:

$$L = L_{\text{сум}} + \lg S - R - 10 \lg B + 6, \text{ дБА},$$

де $L_{\text{сум}}$ – сумарний рівень звукового тиску, який створюється усіма джерелами шуму на відстані 2 м від будівлі (в нашому випадку одне джерело шуму);

B – постійна приміщення, яке ізолюється;

S – площа огороження приміщення, яке ізолюється;

R – звукоізолююча спроможність огороження приміщення (скло, цегла, бетон), яке ізолюється.

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \sum 10^{0,1L_k}, \text{ дБА},$$

$$L_k = L_p - 20 \lg r_k + 10 \lg (\Phi_k / 4\pi) - \beta_a r_k / 1000, \text{ дБА},$$

де L_k – рівень звуку, який створюється джерелом шуму на відстані 2 м від будівлі;

L_p – рівень звукової потужності джерела шуму;

$r_k = 2$ м – відстань від джерела шуму до будівлі (d) мінус 2 м;

Φ_k – фактор напрямку, приймаємо $\Phi_k = 2$;

β_a – затухання звуку в атмосфері, дБ/км (якщо $r_k \leq 50$ м, то затухання звуку в атмосфері не враховується);

L_n – нормативні значення рівнів шуму (ДСН 3.3.6.037-99).

Таблиця 3.19 – Вихідні дані за варіантами

Показники	Одиниця виміру	Номер прізвища студента у журналі списку групи									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	-	2	4	3	5	8	6	10	9	7	10
S	м ²	20	30	40	50	60	70	80	100	200	300
R	дБА	5	10	15	12	12	8	6	5	4	7
L_p	дБА	85	90	95	100	90	110	105	95	100	110
d	м	50	60	80	70	90	100	150	200	100	100
β_a	дБА/км	5	10	15	5	6	7	8	9	10	15
L_n	дБА	50	60	65	80	75	75	80	80	80	80

2. Розрахункові рівні звуку у приміщенні порівняти з нормативними значеннями і зробити висновки.

3.16 Розрахунок одиночного стержневого блискавковідводу

Запроектувати одиночний стержневий блискавковідвід для об'єкта. Найменування і геометричні розміри об'єкта наведені у табл. 3.20.

Таблиця 3.20 – Вихідні дані за варіативними параметрами

Варіанти	Найменування об'єкта	Розміри об'єкта $a \times b \times h_x$, м	Примітка
Номер прізвища студента у журналі списку групи	0	Компресорна станція	a – довжина, b – ширина, h_x – висота об'єкта, м
	1	Насосна станція	
	2	Газорозподільний пункт	
	3	Хлораторна	
	4	Котельня	
	5	Хімчистка	
	6	Цех реагентів	
	7	Склад балонів	
	8	Склад продуктів споживання	
9	Склад легкозаймистих рідин	10 x 5 x 4,5	

Місце розташування об'єкта і відстань між об'єктом і одиночним стержневим блискавковідводом наведені у табл. 3.21.

Таблиця 3.21 – Вихідні дані за варіативними параметрами

Варіанти	Місце розташування об'єкта	Відстань між об'єктом і стержневим блискавковідводом, м
Номер у журналі списку групи	0	Харків
	1	Сімферополь
	2	Полтава
	3	Львів
	4	Миколаїв
	5	Суми
	6	Одеса
	7	Луганськ
	8	Житомир
9	Донецьк	

Потрібно:

1. Визначити інтенсивність грозової діяльності за рік (кількість годин для заданої місцевості) [13].
2. Знайти очікувану кількість уражень будівлі без улаштування захисту від блискавки і визначити тип зони захисту відповідно до [13].
3. Визначити висоту одиночного стержневого блискавковідводу [13].
4. Накреслити ескіз взаємного розташування блискавковідводу і будівлі із зазначенням розмірів меж зон захисту на рівні землі й висоти будівлі.

Рекомендації до виконання завдання

Після визначення інтенсивності грозової діяльності за рік (кількість годин) [13] необхідно знайти очікувану кількість уражень будівлі без улаштування захисту від блискавки за формулою:

$$N = (S + 6h) \cdot (L + 6h) \cdot n \cdot 10^{-6},$$

де S , L , h – відповідно ширина, довжина, найбільша висота будівлі, що захищається, м;

n – середнє число ударів блискавки на 1км^2 земної поверхні у місці розташування будівлі [13].

Знаючи очікувану кількість уражень будівлі без улаштування блискавкозахисту (N) і категорію обладнання блискавкозахисту [13], прийняти зону типу А або Б [13].

Зона захисту одиночного стержневого блискавковідводу являє собою конус, вершина якого знаходиться на рівні $h_0 < h$. На рівні землі зона захисту утворює коло радіусом R_0 . Зони захисту мають такі розміри:

Зона А

$$h_0 = 0,85h;$$

$$R_0 = (1,1 - 0,002h) \cdot h;$$

$$R_x = (1,1 - 0,002h) \cdot (h - h_x / 0,85).$$

Зона Б

$$h_0 = 0,92h;$$

$$R_0 = 1,5h;$$

$$R_x = 1,5 \cdot (h - h_x / 0,92).$$

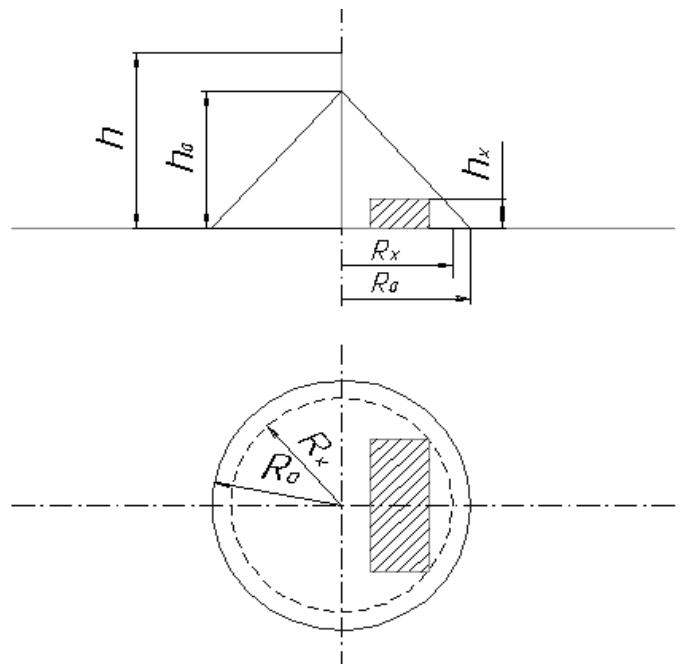


Рисунок 3.5 – Розміри зони захисту

Для зони Б висота одиночного стержневого блискавковідводу при відомих h_x і R_x може бути визначена за формулою:

$$h = (R_x + 1,63h_x) / 1,5.$$

В кінці завдання надати класифікацію блискавкозахистів [9].

3.17 Розрахунок часу евакуації людей у випадку надзвичайної ситуації

Основним критерієм оцінки для безпечної евакуації людей є її короткочасність. Умови безпеки характеризуються виразом:

$$\tau_p \leq \tau_{\text{доп}},$$

де τ_p – розрахункова тривалість вимушеної евакуації, хв.;

$\tau_{\text{доп}}$ – допустима тривалість вимушеної евакуації, хв. [11].

Розрахунковий час евакуації людей із приміщення або будинку визначають виходячи з довжини евакуаційних шляхів (l_i) і швидкості руху (v_i) людських потоків на всіх ділянках шляху – від найбільш віддалених місць до евакуаційних виходів.

При розрахунках увесь шлях руху людського потоку поділяють на ділянки (прохід, коридор, дверний прохід, сходи) з довжиною l_i і шириною b_i .

Розрахунковий час евакуації людей τ_p визначають як суму часу руху людського потоку на окремих ділянках шляху τ_i за формулою:

$$\tau_p = \tau_1 + \tau_2 \dots + \tau_i.$$

Час руху людського потоку по ділянках шляху визначають:

$$\tau_i = l_i / v_i.$$

Значення швидкості руху потоку людей залежить від щільності D_i потоку:

$$D_i = N_i \cdot f / l_i \cdot b_i,$$

де N_i – кількість людей на ділянці;

f – середня площа горизонтальної проекції людини похилого віку в зимовому одязі – 0,125 м².

За довідником [11] визначаємо:

$$v_i = f(D_i).$$

Таблиця 3.22 – Вихідні дані за варіантами

Показники	Одиниця виміру	Номер прізвища студента у журналі списку групи									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$N_{1\text{кор}}$	чол	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
$l_{1\text{кор}}$	м	5	7	8	5	6	7	8	10	12	15
$N_{2\text{кор}}$	чол	8	10	12	14	10	13	15	18	18	20
$l_{2\text{кор}}$	м	5	7	8	8	6	5	8	5	5	7
$N_{3\text{кор}}$	чол	12	12	16	20	20	15	20	22	24	25
$l_{3\text{кор}}$	м	5	5	4	6	6	7	8	5	4	4
$N_{\text{сходи}}$	чол	12	12	16	20	20	15	20	22	24	25
$l_{\text{сходи}}$	м	6	12	18	24	30	24	18	12	6	6
$N_{\text{фойє}}$	чол	12	12	16	20	20	15	20	22	24	25
$l_{\text{фойє}}$	м	5	6	7	4	4	5	6	7	8	10

Приймаємо, що приміщення знаходиться в найвіддаленішій точці евакуаційного шляху. Ширина горизонтального шляху коридором до сходів складає $b_1 = 2$ м, ширина сходів – $b_2 = 1,2$ м, ширина горизонтального шляху по фойє – $b_2 = 5$ м,

Якщо $\tau_p \leq \tau_{\text{доп}}$ – умови безпеки виконуються.

3.18 Дослідження впливу географічної широти місця розташування технологічної системи «Легкозаймиста рідина – резервуар вертикальний сталевий» на рівень її вибухонебезпеки

При аналізі ризику пожежі одним з основних параметрів є рівень вибухонебезпеки технологічної системи. Рівень вибухонебезпеки змінюється в межах від нуля до одиниці.

Під рівнем вибухонебезпеки технологічної системи розуміють відношення суми періодів $\tau_{ВНК}$, коли робоча концентрація пари ЛЗР (ϕ_n) усередині системи знаходиться в області вибухонебезпечних значень, до певного періоду функціонування $\tau_{\text{функ}}$, наприклад, до року, тобто:

$$Z = \frac{\sum \tau_{ВНК} (\phi_{\text{ни}} \leq \phi_n \leq \phi_{\text{вн}})}{\tau_{\text{функ}}}$$

Завдання

1. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 3.23.

Таблиця 3.23 – Вихідні дані для усіх варіантів

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Географічна широта місця розташування системи $\psi, ^\circ$	50
Номер місяця року \mathcal{N}_m	
Кількість безхмарних днів у місяці $N_{об}$	
Загальна кількість днів у місяці $N_{д}$	
Середньомісячна температура навколишнього повітря для місяця $t_n, ^\circ C$	
Максимальна добова амплітуда коливань температури навколишнього повітря для місяця $\Delta t_{n \max}, ^\circ C$	
Діаметр РВС $d_p, м$	
Висота РВС $h_p, м$	
Найменування ЛЗР	ТС-1
Щільність ЛЗР $\rho_{ЛЗР}, кг \cdot м^{-3}$	702
Рівень вливу ЛЗР в РВС $h_{ЛЗР}, м$	3,74
Теплоємність ЛЗР $C_{ЛЗР}, Дж \cdot кг^{-1} \cdot K^{-1}$	2000
Нижня температурна межа поширення полум'я, $t_{\text{ни}}, ^\circ C$	25
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, у навколишнє середовище $\alpha_{об-н}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	10,7

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до пароповітряної суміші $\alpha_{об-нс}, Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$	2,5
Наведений коефіцієнт тепловіддачі від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{об-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$	0,73
Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{вип-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$	5,3
Коефіцієнт тепловіддачі від пароповітряної суміші до поверхневого шару ЛЗР $\alpha_{нс-ни ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$	5,3
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ЛЗР}, Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$	0,11
Коефіцієнт прозорості атмосфери $k_{ат}$	0,7

Таблиця 3.24 – Вихідні дані за варіантом

№ п/п	№ _м	№ _{дб}	№ _д	$t_{п}, ^{\circ}C$	$\Delta t_{п, max}, ^{\circ}C$	$d_p, м$	$h_p, м$	№ п/п	№ _м	№ _{дб}	№ _д	$t_{п}, ^{\circ}C$	$\Delta t_{п, max}, ^{\circ}C$	$d_p, м$	$h_p, м$
1	6	18	30	16,6	28	12	9	6	8	18	31	19,6	29	34	12
	6	18	30	17,6	28	12	9		8	18	31	20,6	29	34	12
	6	18	30	18,6	28	12	9		8	18	31	21,6	29	34	12
2	7	19	31	16,6	29	15	12	7	6	19	30	19,6	30	29	18
	7	19	31	17,6	29	15	12		6	19	30	20,6	30	29	18
	7	19	31	18,6	29	15	12		6	19	30	21,6	30	29	18
3	8	20	31	16,6	30	19	12	8	7	20	31	19,6	27	40	12
	8	20	31	17,6	30	19	12		7	20	31	20,6	27	40	12
	8	20	31	18,6	30	19	12		7	20	31	21,6	27	40	12
4	6	18	30	19,6	27	23	12	9	8	18	31	19,6	28	34	18
	6	18	30	20,6	27	23	12		8	18	31	20,6	28	34	18
	6	18	30	21,6	27	23	12		8	18	31	21,6	28	34	18
5	7	19	31	19,6	28	21	15	10	6	19	30	19,6	29	46	12
	7	19	31	20,6	28	21	15		6	19	30	20,6	29	46	12
	7	19	31	21,6	28	21	15		6	19	30	21,6	29	46	12

2. Визначити рівень вибухонебезпеки технологічної системи «ЛЗР-РВС».

Рекомендації до розв'язання завдання

1. Визначають максимальну середньомісячну температуру навколишнього повітря:

$$t_{n-max} = t_n + \square t_{n-max}/2, ^{\circ}C.$$

2. Визначають площу дзеркала випаровування ЛЗР у РВС:

$$f_{ЛЗР} = \pi \cdot d_p^2/4, м^2.$$

3. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС:

$$f_{об} = f_{ЛЗР} + \pi \cdot d_p (h_p - h_{ЛЗР}), \text{ м}^2.$$

4. Визначають усереднене значення розрахункового схилення сонця для місяця:

$$\xi = 22,7 \cdot \sin (295 - 30 \cdot N_{\text{б.м}}), ^\circ.$$

5. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС і на яку впливає сонячна радіація:

$$f_{об-ср} = d_p \cdot (h_p - h_{ЛЗР}) \sin (\psi - \xi) + f_{ЛЗР} \cdot \cos (\psi - \xi), \text{ м}^2.$$

6. Визначають щільність упадного теплового потоку від сонця на майданчик, який розташований перпендикулярно до напрямку сонячних променів:

$$q_c = 1325 \cdot k_{ам} \frac{I}{\cos(\psi - \xi)}, \text{ Вт} \cdot \text{ м}^{-2}.$$

7. Визначають теплове навантаження на резервуар від сонячної радіації:

$$q_l = 0,7 \cdot q_c \cdot f_{об-ср} / f_{об}, \text{ Вт} \cdot \text{ м}^{-2}.$$

8. Визначають тривалість світлового дня в місяці:

$$\tau_\delta = 11,9 + 5,7 \cdot \sin (267 - 27 \cdot N_{\text{б.м}}), \text{ год}.$$

9. Визначають показник температурного поля у поверхневому шарі ЛЗР у резервуарі:

$$m_{ЛЗР} = \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho_{ЛЗР} \cdot c_{ЛЗР}}{7200 \cdot \lambda_{ЛЗР} \cdot \tau_\delta}}, \text{ м}^{-1}.$$

10. Визначають максимальну температуру поверхневого шару ЛЗР у резервуарі:

$$t_{ни \text{ ЛЗР-max}} = \frac{q_l + \alpha_{об-n} (t_{n-max} - t_n)}{1 + \frac{m_{ЛЗР} \cdot \lambda_{ЛЗР}}{\alpha_{нс-ни \text{ ЛЗР}}} \left(1 + \frac{f_{ЛЗР}}{f_{об}} \frac{\alpha_{нс-ни \text{ ЛЗР}}}{\alpha_{об-нс}} \right)} + t_n, ^\circ \text{C}.$$

11. Визначають параметр Θ :

$$\Theta = \frac{t_{ни} - t_n}{t_{ни \text{ ЛЗР-max}} - t_n}.$$

12. Визначають тривалість існування вибухонебезпечної концентрації всередині резервуара (значення $\arcsin \theta$ обчислюють у радіанах):

$$\tau_{ВНК} = \begin{cases} 0 \text{ год, якщо } \theta \geq 1; \\ 24 \text{ год, якщо } \theta \leq 0; \\ \tau_{\partial} \cdot \left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \theta \right), \text{ год, якщо } 0 < \theta < 1. \end{cases}$$

13. Визначають рівень вибухонебезпеки технологічної системи у заданому місяці:

$$Z = \frac{N_{\partial\delta}}{N_{\partial}} \cdot \frac{\tau_{ВНК}}{24}.$$

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Серіков Я. О. Основи охорони праці : навч. посібник / Я. О. Серіков ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. - Харків : ХНАМГ, 2007. – 227 с.
2. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Чинний від 2015-05-01. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. – 16 с.
3. Охрана труда в электроустановках : учебник / под ред. Б. А. Князевского. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
4. Серіков Я. О. Основи електробезпеки : навч. посібник / Я. О. Серіков : Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНУРЕ, 2011. – 275 с.
5. Електробезпека: Практикум : навч. посіб. / [О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, Я. О. Серіков та ін.]. - ХНУРЕ, ХНУМГ імені О.М. Бекетова, 2015. - 152 с.
6. Торговников Б. И. Проектирование промышленной вентиляции : справочник / Б. И. Торговников, В. Е. Табачник, В. Н. Ефанов. – Київ : Будівельник, 1983. – 256 с.
7. Абракітов В. Е. Основи охорони праці. Лабораторний практикум : навч. посібник / В. Е. Абракітов, А. М. Гарьковець, Я. О. Серіков ; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. - [2-е вид.] – Харків : ХНАМГ, 2009. – 107 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства / [В. Н. Богословский, А. И. Пирумов, В. Н. Посохин и др.]; под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. - Москва: Стройиздат, 1992. - 319 с.
9. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей : навч. посібник / за ред. Сафонова В.В. – Київ: Основа, 2001. – 336 с.
10. Орлов Г. Г. Инженерные решения по охране труда в строительстве: справочник / Г. Г. Орлов - Москва, Стройиздат, 1985. – 278 с.
11. Долин П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 824 с.
12. Ярошевська В. М. Охорона праці в галузі : навч. Посібник / В. М. Ярошевська, В. Й. Чабан. – Київ: Професіонал, 2004. – 288 с.
13. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. - Чинний від 2012-04-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 25 с.
14. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. - Чинний від 2009-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 51 с.
15. ДСН 3.3.6-037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Чинний від 1999-12-01. – Київ: Головне санітарно-епідеміологічне управління, 1999. – 34 с.
16. ДСН 3.3.6-042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - Чинний від 1999-12-01. – Київ: МОЗ України, 1999. – 34 с.
17. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок : Наказ Державного комітету України по нагляду за

охороною праці від 06 жовтня 1997 р. № 257 // Офіційний вісник України. – 1998. – 05 лютого. - с. 237.

18. Кодекс цивільного захисту України : офіційний текст : за станом на 02 жовтня 2012 р. – Київ : Верховна Рада України, 2012. – 18 с.

Виробничо-практичне видання

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

«ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання
усіх спеціальностей)*

Укладачі: **РОСОХА** Володимир Омелянович,
ХВОРОСТ Микола Васильович,
СЕРІКОВ Яків Олександрович,
АБРАКІТОВ Володимир Едуардович,
ЗАІЧЕНКО Віктор Іванович,
КОЛИБЕЛЬНІКОВА Людмила Степанівна,
ТКАЧЕНКО Ірина Олександрівна

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *Л. С. Колибельнікова*

План 2018, поз. 237 М

Підп. до друку 27.12.2018. Формат 60 x 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк арк. 1,7.

Тираж 10 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.