

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ОХОРОНА ПРАЦІ

Практикум

2024

УДК 331.45(075.034)
К 78

Рекомендовано Вченою радою Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Дозвіл № 70/24/6.9 «08» листопада 2024 року

Рецензенти:

- Р.В. Пономаренко**, д. т. н., проф., начальник факультету оперативно-рятувальних сил, Національний університет цивільного захисту України;
О. С. Полянський, д. т. н., проф., професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
В.Г. Брусенцов, д. техн. наук, доцент, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Українського державного університету залізничного транспорту;
В.А. Глива, д. техн. наук, професор, завідувач кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури;

Автори:

*О.В. Крайнюк, к.т.н., доцент,
Ю.В. Буц, д.т.н., професор
О.І. Богатов, к.т.н., професор*

Крайнюк О.В.

К 78 Охорона праці : практикум для студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня : Навчальний посібник / О.В. Крайнюк, Ю. В. Буц, О. І. Богатов. – Харків : ХНАДУ, 2024. – 138 с.

Практикум підготовлено відповідно до програми курсу «Охорона праці», розглянуто питання охорони праці, правові й організаційні основи забезпечення безпеки праці, а також методика розслідування причин травматизму і планування профілактичних заходів. Викладено небезпечні і шкідливі виробничі фактори, їх негативний вплив на організм людини, а також нормування їх граничнодопустимого рівня. Розглянуто прилади й методи вимірювання рівня небезпечних і шкідливих виробничих факторів, методи захисту від електричного струму, шкідливих речовин, вимоги пожежної і вибухової безпеки.

Пропонується для студентів під час вивчення курсу «Охорона праці». Може бути корисним для працівників підприємств, які займаються питаннями охорони праці.

УДК 331.45(075.034)
© О.В. Крайнюк, Ю.В. Буц, О.І. Богатов, 2024
© ХНАДУ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практична робота №1	5
СЛУЖБА ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	5
Практична робота №2	12
МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТРАВМАТИЗМУ І ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	12
Практична робота № 3	20
ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА	20
Практична робота № 4	36
ДОСЛІДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ І РОБОЧИХ МІСЦЬ	36
Практична робота № 5	49
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ	49
Практична робота №6	61
РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНОЇ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ.....	61
Практична робота №7	80
ВЕНТИЛЯЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ	80
Практична робота № 8	89
ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	89
Практична робота № 9	107
ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	107
Практична робота № 10	124
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ_3 ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ	124
Рекомендована література	133

ВСТУП

Дисципліну «Охорона праці» вивчають в закладах вищої освіти із метою формування в майбутніх фахівців знань стану та проблем охорони праці у промисловості, відповідно до напрямку їхньої підготовки, складу і функціонування системи управління охороною праці та шляхів, методів і засобів забезпечення умов виробничого середовища й безпеки праці в галузі, згідно із чинними законодавчими та іншими нормативно-правовими актами.

Практикум «Охорона праці» спрямовано на поглиблене вивчення студентами питань, які стосуються створення, підтримання безпечних умов праці і контролю за ними на підприємствах всіх форм власності, що дозволяє розкрити особливості їхньої майбутньої професії. Наукова основа курсу «Охорона праці» складається з результатів сучасних досліджень із фізіології та психології праці, ергономіки, інженерної психології та ін., що забезпечує системність знань, які здобуває студент.

Мета практикуму: надання знань, набуття умінь, компетентностей для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності в обов'язковому виконанні в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

У роботі подано основні теоретичні відомості за темами практичних занять, опис індивідуальних завдань для студентів, методичні рекомендації до їхнього виконання, матеріал щодо закріплення знань, основні типові розрахункові завдання і приклади їхнього розв'язання.

Рекомендовано для студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня.

Практична робота № 1

СЛУЖБА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Мета роботи – ознайомитися з нормативними вимогами та порядком створення служби охорони праці на підприємстві, в організації або установі, з функціями і правами співробітників служби охорони праці, а також оволодіти навичками розрахунку чисельності працівників цього підрозділу відповідно до конкретних умов підприємства

Завдання:

- Ознайомитися з основними нормативно-правовими актами, що регулюють створення та функціонування служби охорони праці на підприємстві.
- Вивчити функції, обов'язки та права співробітників служби охорони праці.
- Виконати розрахунок чисельності працівників служби охорони праці відповідно до наданого викладачем варіанту завдання (табл. 1.1).
- Підготувати короткий звіт з висновками про оптимальну чисельність служби охорони праці для підприємства з урахуванням специфіки діяльності.

Зміст роботи

Згідно з Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом (надалі – власник) на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

На основі Типового положення про службу охорони праці (далі - Типове положення) з урахуванням специфіки виробництва та видів діяльності, чисельності працівників, умов праці та інших факторів роботодавець розробляє і затверджує Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, визначає структуру служби охорони праці, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників відповідно до законодавства.

Відповідно до Типового положення служба охорони праці виконує такі основні функції:

- розроблення спільно з іншими підрозділами підприємства комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці, планів, програм поліпшення умов праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, надання організаційно-методичної допомоги у виконанні запланованих заходів;

- підготовка проектів наказів (розпоряджень) з питань охорони праці і внесення їх на розгляд роботодавцю;

- проведення спільно з представниками інших структурних підрозділів і за участю представників професійної спілки підприємства або, за її відсутності, уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці перевірок дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- складання звітності з охорони праці за встановленими формами;

- проведення з працівниками вступного інструктажу з питань охорони праці;

- ведення обліку та проведення аналізу причин виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій на виробництві, заподіяної ними шкоди;

- забезпечення належного оформлення і зберігання документації з питань охорони праці, а також своєчасної передачі її до архіву для тривалого зберігання згідно з установленим порядком;

- складання за участю керівників підрозділів підприємства переліків професій, посад і видів робіт, на які повинні бути розроблені інструкції з охорони (безпеки) праці, що діють в межах підприємства, надання методичної допомоги під час їх розроблення;

- інформування працівників про основні вимоги законів, інших нормативно-правових актів та актів з охорони праці, що діють в межах підприємства;

- розгляд питань про підтвердження наявності небезпечної виробничої ситуації, що стала причиною відмови працівника від виконання дорученої роботи, відповідно до законодавства (у разі необхідності) та розгляд листів, заяв, скарг працівників підприємства, що стосуються питань додержання законодавства про охорону праці;

– організація: забезпечення підрозділів нормативно-правовими актами з охорони праці та актами з охорони праці, що діють в межах підприємства, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань; роботи кабінету з охорони праці, підготовки інформаційних стендів, кутків з охорони праці тощо; нарад, семінарів, конкурсів тощо з питань охорони праці; пропаганди з питань охорони праці з використанням інформаційних засобів;

– участь у: розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві відповідно до Порядку проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 квітня 2019 року № 337; складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці працівників, які проходять обстеження щодо наявності професійних захворювань (отруєнь); проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці; роботі комісій з приймання в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціально-культурного призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування в частині дотримання вимог охорони (безпеки) праці; розробленні положень, інструкцій, розділу «Охорона праці» колективного договору, інших актів з охорони (безпеки) праці, що діють у межах підприємства; складанні переліків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні і періодичні медичні огляди; організації навчання з питань охорони праці; роботі комісії з перевірки знань з питань охорони праці;

– забезпечення організаційної підтримки (в разі наявності) роботи комісії з питань охорони праці підприємства;

– контроль за виконанням заходів, передбачених програмами, планами щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, колективним договором та заходами, спрямованими на усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань та аварій на виробництві та інші.

Спеціалісти служби охорони праці мають *право*:

– видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець. Припис складається в 2 примірниках, один

з яких видається керівникові робіт, об'єкта, цеху, другий залишається та реєструється у службі охорони праці, і зберігається протягом 5 років. Якщо керівник структурного підрозділу підприємства відмовляється від підпису в одержанні припису, спеціаліст з охорони праці надсилає відповідне подання на ім'я особи, якій адміністративно підпорядкований цей структурний підрозділ, або роботодавцю;

- зупиняти роботу виробництв, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працівників;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимоги нормативно-правових актів з охорони праці;

- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності посадових осіб та працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;

- за поліпшення стану безпеки праці вносити пропозиції про заохочення працівників за активну працю;

- залучати, за погодженням з роботодавцем і керівниками підрозділів підприємства, спеціалістів підприємства для проведення перевірок стану охорони праці.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Відповідно до Національного класифікатора України ДК 003:2010 «Класифікатор професій», затвердженого наказом Держспоживстандарту від 28 липня 2010 № 327, начальник відділу охорони праці має наступні кваліфікаційні вимоги – повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст) та стаж роботи з охорони праці – не менше 2 років; провідний інженер з охорони праці – повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст) та стаж роботи за професією інженера з охорони праці I категорії – не менше 2 років; інженер з охорони праці I категорії – повна вища

освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст), для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з охорони праці II категорії – не менше 2 років; інженер з охорони праці II категорії – повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) та стаж роботи за професією інженера з охорони праці – не менше 1 року; інженер з охорони праці – повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

Порядок виконання роботи

Чисельність служби охорони праці на підприємстві визначається наступним чином. На підприємствах при чисельності працюючих від: 51 до 500 осіб (у невиробничій сфері – від 101 до 500 осіб) таку службу повинен представляти один спеціаліст з охорони праці, що має інженерно-технічну освіту. На підприємствах, де використовують вибухові матеріали або сильнодіючі отруйні речовини, у такій службі повинно бути два спеціалісти.

Чисельність працівників служби охорони праці залежно від небезпеки і шкідливості виробництва на підприємствах із числом працюючих більше 500 осіб розраховують за формулою:

$$M_1 = 2 + \frac{P_{\text{cp}} \cdot K_B}{\Phi}, \quad (1.1)$$

де M_1 – чисельний склад служби охорони праці на підприємстві;
 P_{cp} – середньосписочна чисельність працюючих на підприємстві;
 Φ – ефективний річний фонд робочого часу спеціаліста з охорони праці, що дорівнює 1820 год.;
 K_B – коефіцієнт, що враховує шкідливість і небезпечність виробництва:

$$K_B = 1 + \frac{P_B + P_A}{P_{\text{cp}}}, \quad (1.2)$$

де P_B – чисельність працюючих зі шкідливими речовинами незалежно від рівня їх концентрації;
 P_A – чисельність працюючих в умовах підвищеної небезпеки (що підлягають щорічній атестації з охорони праці).

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Таблиця 1.1 – Варіанти завдань

Номер варіанта	P_{cp}	P_B	P_A	Φ
1	520	120	20	1820
2	730	173	42	1820
3	1500	234	56	1820
4	2400	805	73	1820
5	680	72	21	1820
6	1030	321	32	1820
7	1350	543	95	1820
8	1800	620	114	1820
9	1920	706	123	1820
10	1740	512	109	1820
11	780	78	67	1820
12	1150	316	87	1820
13	1690	412	98	1820
14	1460	368	89	1820
15	2200	853	138	1820
16	1245	263	68	1820
17	986	129	409	1820
18	659	254	207	1820
19	1864	402	369	1820
20	1956	326	411	1820
21	2563	321	754	1820
22	2727	145	952	1820
23	3698	247	625	1820
24	2412	854	706	1820
25	1761	454	563	1820

Контрольні питання:

1. Назвіть законодавчі акти, згідно з якими на підприємствах, в установах та організаціях повинна бути створена служба охорони праці.
2. З якою метою на підприємствах, в організаціях та установах створюється служба охорони праці?
3. Які функції виконує служба охорони праці?
4. Які права мають працівники служби охорони праці?
5. Які працівники мають право увійти до складу служби охорони праці?
6. Якими чином визначається чисельність служби охорони праці?
7. В яких випадках служба охорони праці може бути ліквідована на підприємстві, в організації або установі?

Практична робота № 2

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТРАВМАТИЗМУ І ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Мета роботи – проаналізувати основні причини виникнення травматизму та професійних захворювань працівників; вивчити методи аналізу травматизму та професійних захворювань і навчитися застосовувати їх на практиці; ознайомитись із заходами, спрямованими на запобігання виникненню травматизму та професійних захворювань.

Завдання:

1. Проаналізуйте умови завдання, які наведені нижче, і на підставі даних, представлених у табл. 3.1 (номер варіанту видає викладач), обчисліть наступні коефіцієнти:

- частоти травматизму $K_{\text{ч}}$;
- тяжкості травматизму $K_{\text{т}}$;
- непрацездатності $K_{\text{н}}$;
- частоти захворювань $K_{\text{ч.з.}}$;
- тяжкості захворювань $K_{\text{т.з.}}$.

2. На підставі отриманих результатів зробіть висновки.

Зміст роботи

До основних причин травматизму та профзахворювань працівників відносяться:

технічні причини – недосконалість технологічних процесів, конструктивні недоліки обладнання, інструментів і пристроїв, недостатня механізація важких робіт, відсутність засобів сигналізації й блокувань, спеціальних захисних пристроїв, недостатня міцність і надійність машин, шкідливі властивості оброблюваного матеріалу та інші;

організаційні причини – порушення законодавчих і нормативно-правових актів з охорони праці, неякісне навчання робітників безпечним методам роботи, відсутність або невикористання засобів індивідуального захисту, порушення правил експлуатації обладнання й транспортних засобів, несвоєчасний ремонт або заміна несправного і застарілого обладнання, незадовільний стан території, проїздів, проходів та інші;

санітарно-гігієнічні причини – несприятливі метеорологічні умови на робочому місці, недостатнє або нераціональне освітлення, підвищений рівень шуму і вібрації, наявність різних випромінювань вище від допустимих значень порушення правил особистої гігієни та інші;

психофізіологічні причини – помилкові дії працівника внаслідок втоми (фізичної або психічної), надмірної важкості і напруженості роботи, хворобливого стану та інші.

Порядок виконання роботи

1. Методи аналізу травматизму та профзахворювань працівників.

Найпоширенішими методами аналізу травматизму є статистичний, монографічний, економічний, ергономічний і прогностичний (рис. 2.1).

Статистичний метод базується на аналізі статистичної документації з травматизму та профзахворюванням. Вихідними даними для аналізу є матеріали, які містяться в актах за формою Н-1, а також у звітах підприємств, установ, організацій за формою 7-Т. Перераховані документи містять такі дані:

Н – кількість нещасних випадків за звітний період, які викликали втрату працездатності;

Д – загальна кількість днів непрацездатності, викликаних нещасними випадками за звітний період;

Р – середньоспискова чисельність працюючих на підприємстві за звітний період;

З – загальна кількість випадків захворювань за звітний період, які викликали втрату працездатності;

Д_з – кількість днів непрацездатності, викликаних випадками захворювань за звітний період.



Рисунок 2.1 – Класифікація методів аналізу травматизму

За цими даними визначають наступні коефіцієнти, які використовують для оцінки рівня травматизму та профзахворюваності:

коефіцієнт частоти травматизму $K_{\text{ч}}$:

$$K_{\text{ч}} = \frac{H \cdot 1000}{P}; \quad (2.1)$$

коефіцієнт тяжкості травматизму $K_{\text{т}}$:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{H}; \quad (2.2)$$

коефіцієнт непрацездатності $K_{\text{н}}$:

$$K_{\text{н}} = \frac{D \cdot 1000}{P}; \quad (2.3)$$

коефіцієнт частоти захворюваності $K_{\text{ч.з.}}$:

$$K_{\text{ч.з.}} = \frac{3 \cdot 1000}{P}; \quad (2.4)$$

коефіцієнт тяжкості захворювань $K_{\text{т.з.}}$:

$$K_{\text{т.з.}} = \frac{D_3}{3}. \quad (2.5)$$

Статистичний метод дає можливість аналізувати випадки травматизму та профзахворювань за різними показниками: за професією, віком, стажем роботи, характером отриманих травм і захворювань і т. ін., що дозволяє виділити найбільш характерні види травм і захворювань для окремих підприємств, визначити основні причини їх появи і застосувати ефективні заходи, спрямовані на зниження ймовірності їх виникнення.

Різновидами статистичного методу є *груповий* і *топографічний* методи аналізу травматизму.

За допомогою *групового методу* досліджуються травми конкретної групи за певними однорідними ознаками: часу травмування, кваліфікації, спеціальності, кількості постраждалих, видам робіт, причинам нещасних випадків. Це дає можливість визначити найбільш несприятливі обставини в організації праці й фактичний стан умов праці на підприємстві або в його підрозділах.

При *топографічному методі* нещасні випадки вивчаються на території підприємства, на плані розташування обладнання в цеху і т. ін. Скупчення знаків, які позначають місця нещасних випадків, в певній зоні означає її підвищену небезпеку і, отже, необхідність проведення відповідних профілактичних заходів для поліпшення обстановки.

Монографічний метод аналізу травматизму базується на аналізі небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які властиві тому або іншому елементу виробничого процесу (обладнанню, технологічному процесу, індивідуальним засобам захисту). На підставі цього методу поглиблено вивчають обставини нещасних випадків, а якщо виникає необхідність, то проводять спеціальні дослідження та експерименти. Унаслідок вивчення значного числа виробничих чинників з'ясовуються реальні причини нещасних випадків на робочому місці, на ділянці або на одній групі технологічного обладнання. Монографічний метод можна використовувати і для розробки заходів щодо охорони праці при проектуванні нових виробництв.

Економічний метод полягає у визначенні економічних втрат від виробничого травматизму з метою визначення економічної доцільності розробки і впровадження заходів щодо охорони праці. Проте цей метод не дозволяє з'ясувати причини травматизму, тому його вважають додатковим.

Ергономічний метод базується на комплексному вивченні системи «людина-техніка-середовище» (ЛТС). Вирішення ергономічних проблем, які виникають у процесі експлуатації системи ЛТС, доцільно

проводити у напрямі обробки методів об'єктивного прогнозу змін якості діяльності людини під впливом різних несприятливих чинників і умов зовнішнього середовища (активність Сонця, гравітація Місяця, магнітні і гравітаційні поля Землі та ін.), удосконалення моделей індивідуальної і групової діяльності людей у різних умовах.

Ергономічний метод дозволяє досліджувати причини нещасних випадків залежно від індивідуальних особливостей людини і санітарно-гігієнічних умов, психофізіологічної структури діяльності, виду системи ЛТС та ін. По кожному нещасному випадку заповнюється спеціальний акт, який формою нагадує акт Н-1 і містить 22 групи питань.

Прогностичний метод базується на прогнозуванні (передбаченні) нещасних випадків на основі вивчення і виявлення потенційної небезпеки. Аналізуються всі облікові та звітні матеріали про нещасні випадки, загальні і професійні захворювання, матеріали всіх видів контролю стану охорони праці; дані санітарно-технічних паспортів об'єктів, робочих місць, ділянок і цехів; матеріали спеціальних обстежень будівель, об'єктів, приміщень, обладнання та ін.

Прогностичний метод включає три підметоди:

морфологічний підметод базується на детальному вивченні конструкції обладнання, виявленні його недоліків, характеру технологічних операцій і прогнозуванні можливих нещасних випадків;

екстраполяційний підметод базується на виборі математичної функції, яка б достовірно описала явище травматизму;

підметод експертних оцінок базується на вивченні думок кваліфікованих фахівців в області охорони праці шляхом анкетування.

Складність застосування підметодів при прогнозуванні умов праці визначається не тільки комплексним характером життєдіяльності, але і великою кількістю науково-технічних, виробничих, гігієнічних, організаційних, соціальних та інших чинників, які забезпечують ефективність всіх зусиль, які об'єднуються з метою забезпечення життєдіяльності.

2. Заходи, спрямовані на запобігання виникненню травматизму та професійних захворювань.

Усі заходи із запобігання травматизму і профзахворюванням поділяються на організаційні та технічні.

Організаційні заходи:

- дотримання трудового законодавства з охорони праці;
- проведення інструктажів та навчання працівників;
- підвищення рівня професійної кваліфікації працівників;
- організація раціональних режимів праці й відпочинку;
- забезпечення працівників колективними та індивідуальними засобами захисту;

- виконання правил експлуатації обладнання й т. ін.

Технічні заходи:

- раціональні рішення при проектуванні й будівництві виробничих будівель згідно з санітарними, будівельними і протипожежними нормами і правилами;

- правильний вибір режимів роботи обладнання відповідно до норм і правил безпеки та виробничої санітарії;

- створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, зниження рівнів шуму і вібрації, встановлення раціонального освітлення й т. ін.;

- використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів;

- правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням;

- впровадження нових технологій, що виключають проявлення небезпечних і шкідливих факторів та ін.

3. Умови виконання завдання

У 2021 році для зниження рівня травматизму і профзахворювань працівників підприємства керівництвом ухвалено рішення про заміну експлуатованих засобів індивідуального та колективного захисту новими. Аналіз статистичних даних з травматизму та профзахворювань працівників на підприємстві за періоди 2022 р. і 2023 р. показав такі результати (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Статистичні дані по травматизму і профзахворюванням працівників підприємства

№ з/п	Дані за 2022 рік					Дані за 2023 рік				
	Н	Д	Р	З	Дз	Н	Д	Р	З	Дз
1	12	132	754	5	25	10	110	750	3	22
2	7	45	128	2	10	5	32	132	2	8
3	4	18	256	8	41	2	12	256	4	32
4	10	52	348	4	23	9	42	348	2	20
5	9	41	164	7	36	11	58	179	5	20
6	18	83	859	6	29	15	74	859	6	25
7	6	32	472	3	11	8	47	456	4	18
8	3	15	76	8	41	5	22	68	6	31
9	11	84	637	4	23	8	75	637	4	20
10	2	24	95	7	36	4	28	90	7	30
11	8	44	136	2	13	10	49	136	1	5
12	4	31	62	2	5	6	38	56	3	15
13	15	97	1024	6	34	11	64	1024	4	34
14	3	16	256	1	5	1	10	256	1	4
15	11	52	1250	8	45	8	36	1250	3	20
16	12	59	954	6	25	10	45	954	4	20
17	8	65	234	4	16	5	46	234	2	8
18	17	103	1565	8	41	10	87	1565	4	32
19	6	26	187	4	23	3	12	195	2	20
20	9	52	692	7	36	7	52	692	5	20
21	2	10	548	6	29	4	16	540	6	25
22	11	53	862	3	11	11	53	862	4	18
23	3	16	58	8	41	5	24	58	6	31
24	7	34	741	4	23	3	15	741	4	20
25	4	46	365	2	12	4	58	365	1	6

Контрольні питання

1. Назвіть методи аналізу травматизму.
2. У чому полягає суть статистичного методу аналізу травматизму?
3. Які різновиди статистичного аналізу травматизму вам відомі? Дайте їх стисло характеристику.
4. У чому полягає суть економічного й монографічного методів аналізу травматизму?
5. У чому полягає суть ергономічного методу аналізу травматизму?

6. У чому полягає суть прогностичного методу аналізу травматизму?

7. Які різновиди прогностичного аналізу травматизму вам відомі? Дайте їх стисло характеристику.

8. Назвіть основні причини травматизму та профзахворювань працівників.

9. Назвіть організаційні заходи щодо попередження причин виникнення травматизму та професійних захворювань.

10. Назвіть технічні заходи щодо попередження причин виникнення травматизму та професійних захворювань.

Практична робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Мета роботи – набути навичок вимірювання та аналізу основних параметрів метеорологічних умов, визначення відповідності цих параметрів існуючим санітарним нормам і комфортним умовам.

Прилади – анемометр, психрометр, ртутний термометр, барометр.

Завдання:

- вивчити принцип роботи приладів, що застосовуються для вимірювання і контролю мікрокліматичних умов;
- визначити основні параметри мікрокліматичних умов у виробничому приміщенні;
- дати оцінку відповідності мікрокліматичних умов санітарним нормам;
- скласти рекомендації щодо поліпшення умов праці.

Зміст роботи

Сучасна людина не завжди перебуває у комфортних або допустимих умовах. Відхилення від допустимих умов діяльності завжди супроводжуються впливом негативних факторів на людину, що відбивається на продуктивності праці, погіршує самопочуття, призводить до травм і захворювань.

Умови праці - сукупність факторів трудового процесу і виробничого середовища, в якій здійснюється діяльність людини.

Шкідливий виробничий фактор - фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних та інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків.

Шкідливими виробничими факторами є:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання); радіаційне випромінювання; виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація та ін.

Перераховані фактори цієї підгрупи можуть викликати різні захворювання:

Шкідливий фізичний фактор	Можливі захворювання
підвищена або знижена температура повітря	теплові удари, обмороження, порушення обміну речовин, зневоднення
підвищена або знижена відносна вологість повітря	респіраторні захворювання

Хімічні фактори: хімічні речовини. Ця група негативних виробничих факторів може призводити до загального отруєння організму людини, ураження слизових оболонок або шкірного покриву, алергічних проявів, активізації онкологічних захворювань, підвищення реакційної здатності клітин живих тканин тіла людини та ін.

Біологічні фактори: живі клітини і спори, які містяться в препаратах, патогенні мікроорганізми, віруси, бактерії, тварини, рослини.

Психофізичні чинники – це фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервово-психічні (розумове перенапруження, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Метеорологічні умови виробничих приміщень (робочої зони) визначаються сукупністю параметрів температури (t , $^{\circ}\text{C}$), відносної вологості ($\phi\%$), швидкості руху повітря (V , м/с), атмосферного тиску (P , мм рт. ст.), інтенсивності теплового випромінювання (E , Вт/м²). Сукупність цих величин, характерних для конкретних виробничих умов, називається **мікрокліматом**.

Таким чином, поєднання різних значень параметрів мікроклімату робочої зони створює ряд метеорологічних умов, які по-різному відображаються на фізіологічних процесах протікання життєвих функцій організму людини.

Робоче місце - ділянка приміщення, на якому протягом робочої

зміни або частини її здійснюється трудова діяльність. Робочим місцем може бути кілька ділянок виробничого приміщення. Якщо ці ділянки розташовані по всьому приміщенню, то робочим місцем вважається вся площа приміщення.

Постійне робоче місце - місце, де працівник має перебувати понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно.

Холодний період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря +10 °С і менше.

Теплий період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря вище +10 °С.

Розмежування робіт за категоріями здійснюється на основі інтенсивності загальних енерговитрат організму в ккал/год:

Таблиця 3.1 – Категорії робіт

Категорія робіт	Вид робіт	Енергозатрати ккал/год
I	Легкі роботи	
Ia	роботи, що виконуються сидячи і супроводжуються незначним фізичним напруженням	до 120
Iб	роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і супроводжуються деяким фізичним напруженням	121-150
II	Роботи середньої тяжкості	
IIa	роботи, пов'язані з постійною ходьбою, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження	- 151-200
IIб	роботи, пов'язані з ходьбою, переміщенням і перенесенням вантажу до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним напруженням	201-250
III	Важкі фізичні роботи	250

Гігієнічна класифікація праці необхідна для оцінки конкретних умов і характеру праці на робочих місцях. На основі такої оцінки приймаються рішення, спрямовані на запобігання або максимальне обмеження впливу несприятливих виробничих факторів.

КЛАСИ УМОВ ПРАЦІ

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

Оптимальні умови мікроклімату встановлені за критеріями оптимального теплового і функціонального стану людини. Вони забезпечують загальне і локальне відчуття теплового комфорту протягом 8-годинної робочої зміни при мінімальній напрузі механізмів терморегуляції, не викликають відхилення у стані здоров'я, створюють передумови для високого рівня працездатності і є бажаними на робочих місцях.

Оптимальні параметри мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати величинам, наведеним у додатку А.

2 клас - **ДОПУСТИМІ** умови праці характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни і не створюють негативного впливу на стан здоров'я працівників та на потомство як найближчим часом так і у віддалені періоди.

Допустимі умови мікроклімату (2 клас) встановлені за критеріями допустимого теплового і функціонального стану людини на період 8-годинної робочої зміни. Вони не викликають пошкоджень і порушень стану здоров'я, але можуть призводити до виникнення загальних і локальних відчуттів теплового дискомфорту, напрузі механізмів терморегуляції, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами не можуть бути забезпечені оптимальні величини.

Допустимі величини показників мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати вказаним у додатку А.

Оптимальні і допустимі умови відносять до безпечних.

3клас **ШКІДЛИВІ** умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника або його потомство.

Шкідливі умови мікроклімату (3 клас) характеризуються перевищенням оптимальних і допустимих гігієнічних нормативів; мають несприятливу дію на організм працюючого.

4клас **НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ)** - умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруень, каліцтв, загрозу для життя.

Нормування параметрів мікроклімату

В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка оптимальних і допустимих метеорологічних умов у робочій зоні у залежності від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт за ступенем важкості праці та періоду року.

Працююча людина проводить на виробництві значну частину свого життя. Тому для її нормальної життєдіяльності в умовах виробництва потрібно створити санітарні умови, які б давали можливість плідно працювати, зберігаючи здоров'я. Для цього потрібно, щоб енергетичні витрати під час праці компенсувалися відпочинком і умовами навколишнього середовища.

Регламентування умов праці в усіх галузях промисловості здійснюється спеціальними правилами, нормами та інструкціями з охорони праці – державними санітарними нормами (ДСН). Цими нормами передбачено конкретні вимоги, дотримання яких є обов'язковим при проектуванні нових та експлуатації існуючих підприємств, при виконанні різних технологічних процесів, організації робочих місць, використанні матеріалів, експлуатації машин і механізмів. Ці норми регламентують і гранично допустимі значення кожного із шкідливих виробничих факторів (запиленості, загазованості повітря, шуму, вібрації і т. д.)

Таким чином, основним призначенням санітарних норм є створення на робочих місцях сприятливої для працюючої людини саніта-

рно-гігієнічної обстановки. Спираючись при аналізі умов праці на існуючі норми, здійснюється нормування часу тривалість робочої зміни і робочого стажу, відпочинку, визначається необхідність виділення лікувально-профілактичного харчування і т.д.

Основним нормативним документом, який визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).

Санітарні вимоги до забруднення повітря робочої зони, випромінювань, освітленості, забезпечення спецодягом та засобами індивідуального захисту, забезпечення побутовими приміщеннями та спеціальними службами, які створюють нормальні умови для праці та інші відомості наведені у нормативних документах, державних нормативних актах з охорони праці (ДНАОП), санітарних нормах (ДСН), будівельних нормах і правилах (ДБН) та інших нормативних документах, обов'язкових для виконання всіма підприємствами, установами і організаціями України.

Способи забезпечення необхідних параметрів мікроклімату виробничих приміщень

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складним завданням, рішення якого йде у наступних напрямках:

Раціональні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення виробничих будівель. Гарячі цехи розміщують по можливості в одно- і двоповерхових будівлях. Для захисту від надходження у виробничі приміщення холодного повітря входи обладнають шлюзами, дверні прорізи – повітряними завісами. Використовують подвійне скління вікон, утеплюють огорожі, підлоги, тощо.

Раціональне розміщення обладнання. Основні джерела теплоти бажано розташовувати безпосередньо під вентиляційними системами, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувалися на робочих місцях. Найкращим рішенням є розміщення тепло випромінюючого обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

Механізація і автоматизація виробничих процесів.

Дистанційне керування і спостереження дозволяє в багатьох випадках вивести людину з несприятливих умов. Прикладом може служити дистанційне керування вантажопідйомними кранами у гарячих

цехах.

Впровадження більш раціональних технологічних процесів і обладнання. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу холодним, полум'яного нагріву - індукційним. А також раціональна теплова ізоляція обладнання, захист працюючих різними видами екранів, раціональна вентиляція і опалення, раціоналізація режимів праці і відпочинку, використання засобів індивідуального захисту.

У додатку А наведені оптимальні і допустимі параметри мікроклімату. Фактичні мікрокліматичні умови в робочих приміщеннях можуть значно відрізнятися від умов, встановлених санітарними нормами. Вказана обставина викликає необхідність періодичного дослідження мікроклімату в робочих приміщеннях з метою приведення його до необхідних норм. Це здійснюють за допомогою цілого комплексу приладів.

Порядок виконання роботи

1. Визначення температури повітря у приміщенні

Термометри служать для визначення температури повітря. У даний час найбільше поширення отримали ртутні термометри. Це пояснюється їх точністю і можливістю застосування у широкому діапазоні температур від -35 до $+375$ °С. Спиртові та інші рідинні термометри менш точні, але безпечніші.

У ході практичної роботи застосовується психрометр. Визначення температури повітря проводиться за допомогою його сухого термометру.

Показання термометра необхідно занести в таблицю.

Рисунок 3.1 – Термометр



2. Визначення вологості повітря у приміщенні

Вологість повітря – параметр, що відображає кількість у повітрі водяної пари.

Розрізняють абсолютну, максимальну і відносну вологість повітря.

Абсолютною вологістю (A) називається маса пара, що міститься в 1 м^3 вологого повітря, що чисельно дорівнює щільності пара при парціальному тиску (формула 3.1).

Максимальна вологість (F) - кількість водяної пари в грамах, що насичує 1 м^3 повітря при даній температурі.

Відною вологістю (ϕ) повітря називається відношення абсолютної вологості повітря до максимальної, виражене у відсотках (формула 3.2).

Визначення відносної вологості визначається психрометрами і гігрометрами. Визначення відносної вологості засноване на різниці показань сухого і зволоженого термометра.

Для вимірів вологості використовують психрометр аспіраційний Ассмана (рис. 3.1), що дозволяє вимірювати вологість до 100%. Він складається з двох однакових ртутних термометрів. Резервуар ртутної капсули одного термометра обгорнутий тканиною. Щоб виміряти вологість, водою з піпетки змочують тканину навколо резервуара ртутної капсули і включають вентилятор. Так як на вологий термометр впливає випаровування води з поверхні резервуара ртутної капсули, його дані будуть дещо менше показань «сухого термометра».

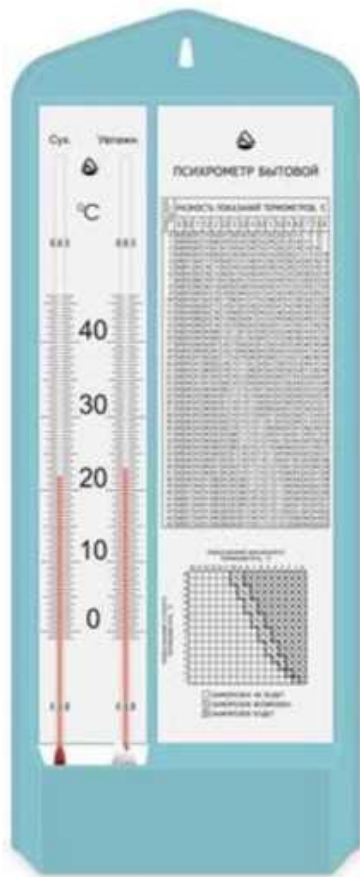


Рисунок 3.2 – Психрометр або гігрометр психрометричний

3. Порядок визначення вологості

1. Встановлюють психрометр у робочій зоні.
2. Змочують тканину у нижній частині вологого термометра.
3. Включають вентилятор на 3 хвилини, причому швидкість повітря від вентилятору повинна становити не менше 2 м/с.
4. Знімають показання сухого та вологого термометрів і заносять їх у таблицю 2.
5. За допомогою барометру визначають барометричний тиск, результати записують у таблицю 3.2.
6. Розраховують величину абсолютної і відносної вологості за формулами (3.1) і (3.2).
7. Абсолютну вологість перевіряють за допомогою психрометричної таблиці (додаток В).

Величину *абсолютної вологості* A знаходять за такою залежністю:

$$A = F - \frac{\alpha \cdot (t_{\text{сух}} - t_{\text{вол}}) \cdot H_{\text{бар}}}{755} \quad (3.1)$$

де F – максимальна вологість при температурі вологого термометра, г/м³ (додаток Б);

α – психрометрический коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря (при швидкості 2 м/с $\alpha = 0,5$);

$t_{\text{сух}}$, $t_{\text{вол}}$ – температура, яке показується сухим і вологим термометрами, °С;

$H_{\text{бар}}$ – барометричний тиск, мм рт. ст.;

755 – середній барометричний тиск.

Розрахунок відносної вологості здійснюється за формулою:

$$\varphi = \frac{A}{F_{\text{сух}}} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

де A – абсолютна вологість повітря, г/м³;

$F_{\text{сух}}$ – максимальна вологість повітря при температурі сухого термометра (дод. Б).

Всі вимірювання і розрахунки слід занести у таблицю 3.2.

4. Визначення швидкості руху повітря

Швидкість руху повітря - параметр, що відображає інтенсивність руху повітряних мас.

Швидкість руху повітря вимірюється різними приладами: анемометрами, кататермометра, термоанемометрами, анемографами.

Використовуються анемометри різних типів: крильчасті і чашкові. Крильчастий анемометр використовується для вимірювання повітряного потоку від 0,3 до 5 м/с, а чашковий від 2 до 30 м/с. Прилад (рис. 3.2) складається з вітроприймача і лічильного механізму.



У навчальних цілях для штучного створення швидкості руху повітря використовують настільний вентилятор. Для визначення швидкості руху повітря на робочому місці встановлюють анемометр таким чином, щоб повітряний потік був перпендикулярно направлений до робочих лопатей приладу. Вентилятору дають попрацювати протягом 2-3 хвилин і після цього приступають до вимірювань. Знімають показання цифрового анемометра.

Рисунок 3.3 – Анемометр

Звіт про практичну роботу включає в себе:

- короткий зміст виконаної роботи з теоретичною частиною;
- результати дослідження, оформлені у вигляді табл. 3.2;
- розрахунки за всіма наведеними формулами;
- загальний висновок у вигляді таблиці, що містить санітарно-гігієнічну оцінку мікроклімату в приміщенні, а також визначення відповідності параметрів мікроклімату існуючим санітарним нормам.

Таблиця 3.2 – Результати досліджень основних параметрів мікрокліматичних умов у виробничому приміщенні

1.	Місце проведення досліджень	
2.	Період року	
3.	Категорія важкості праці	
	ТЕМПЕРАТУРА	
4.	Показання сухого термометра $t_{сух}$	
5.	Оптимальна температура за ДСН 3.3.6.042-99 (додаток А)	
6.	Допустима температура за ДСН 3.3.6.042-99 (додаток А)	
	ВОЛОГІСТЬ	
7.	Показання вологого термометра $t_{вол}$	
8.	Барометричний тиск $H_{бар}$, мм рт ст.	
9.	Максимальна вологість водяної пари при $t_{сух}$ (додаток Б)	
10.	Максимальна вологість водяної пари при $t_{вол}$ (додаток Б)	
11.	Психрометричний коефіцієнт	
12.	Абсолютна вологість (формула 3.1)	
13.	Відносна вологість (формула 3.2)	
14.	Оптимальна вологість за ДСН 3.3.6.042-99 (додаток А)	
15.	Допустима відносна вологість за ДСН 3.3.6.042-99 (дод. А)	
	ШВИДКІСТЬ РУХУ ПОВІТРЯ	
16.	Швидкість руху повітря V , м/с	
17.	Оптимальна швидкість руху повітря за ДСН 3.3.6.042-99 (додаток А)	
18.	Допустима швидкість руху повітря за ДСН 3.3.6.042-99 (додаток А)	
	ЗНИЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ	
19.	Індекси відхилення фактичних умов праці від нормативних (формула 3.3)	
20.	Загальний коефіцієнт умов праці (формула 3.4)	
21.	Зниження продуктивності праці (формула 3.5)	

Розрахунок зниження працездатності

Критерієм оцінки стану умов праці є співвідношення фактичних параметрів зовнішнього середовища встановленим нормам. Рекомендується проводити кількісну оцінку умов праці за коефіцієнтом відповідності мікрокліматичних умов праці у приміщенні (K).

Відомий ряд методів оцінки умов праці, заснованих на зіставленні фактичних і нормативних параметрів. Розглянемо один із способів. Як основні показники умов праці приймаються освітленість, чистота повітря, його вологість, шум, вібрація та інші санітарно-гігієнічні показники, що піддаються вимірюванню.

Індекс відхилення фактичних умов праці від нормативних з даного отриманого показника (K) обчислюється за формулою:

$$K_i = \frac{Y_\phi}{Y_n}, \text{ якщо } Y_\phi < Y_n \quad \text{або} \quad K_i = \frac{Y_n}{Y_\phi}, \text{ якщо } Y_n < Y_\phi \quad (3.3)$$

де Y_ϕ і Y_n - відповідно фактичне і нормативне значення показника умов праці.

Загальний коефіцієнт умов праці розраховується як середньоарифметична величина приватних показників, що характеризують умови праці за окремими факторами:

$$A_{\text{умов}} = \sqrt[n]{K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n} \quad (3.4)$$

де K_i - індекси відповідності фактичних умов праці нормативним за цим показником (температура, вологість, швидкість руху повітря, освітленість, запиленість, рівень шуму і т.д.)

n - кількість показників, що характеризують умови праці, за якими проводилися виміри.

Зниження продуктивності праці Δ ПП розраховують за формулою:

$$\Delta \text{ПП} = 100 \cdot (1 - A_{\text{умов}}) \cdot 0,3 \quad (3.5)$$

Приклад розрахунку зниження працездатності:

	Фактичні значення	Нормативні значення	K_i
Температура	16	22-24	$16/22=0,73$
Вологість	75	60	$60/75=0,8$
Швидкість руху повітря	0,7	0,2	$0,2/0,7=0,29$
$A_{\text{умов}}$	$A_{\text{умов}} = \sqrt[3]{0,73 \cdot 0,8 \cdot 0,29} = 0,55$		
ДПП	$100 \cdot (1 - 0,55) \cdot 0,3 = 13,5\%$		

У висновку надати оцінку відповідності параметрів мікроклімату в аудиторії нормам по вологості, температурі і швидкості руху повітря.

Розробити рекомендації для поліпшення мікроклімату даного приміщення за наступною схемою:

Параметр	Відповідає або не відповідає оптимальним значенням	Відповідає або не відповідає допустимим значенням	Рекомендації
Температура			
Відносна вологість			
Швидкість руху повітря			

Контрольні питання:

1. Якими параметрами визначається мікроклімат виробничого приміщення, охарактеризувати вплив цих параметрів на організм людини?
2. Якими нормативними документами регламентуються метеорологічні умови на робочих місцях?
3. Наведіть приклади фізичних шкідливих виробничих факторів, особливості впливу їх на організм людини.
4. Наведіть приклади хімічних шкідливих виробничих

факторів, особливості впливу їх на організм людини.

5. Наведіть приклади біологічних шкідливих виробничих факторів, особливості впливу їх на організм людини.
6. Наведіть приклади психофізичних шкідливих виробничих факторів, їх класифікацію.
7. На які категорії поділяються роботи по важкості їх виконання?
8. На які класи поділяються умови праці?
9. Дайте визначення робочій зоні, постійного робочого місця.
10. За яким параметру визначають теплий і холодний періоди року?
11. Які існують категорії робіт за енерговитратами?
12. Якими приладами вимірюється швидкість руху повітря?
13. Якими приладами вимірюється вологість повітря?
14. Які параметри мікроклімату можуть бути отримані при вимірах на робочих місцях з урахуванням ДСН 3.3.6.042-99? Чим характеризуються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови?
15. У чому полягає відмінність між фізичною та розумовою працею з точки зору порушень нормального фізіологічного функціонування організму?
16. Обґрунтуйте ефективність заходів щодо запобігання втоми і перевтоми працівників на виробництві.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень
(ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія роботи	Температура, °С				Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с		
		оптимальна	допустима				оптимальна	Допустима, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима
			Верхня межа		Нижня межа					
			на робочих місцях							
постійних	непостійних	постійних	непостійних							
Холодний	Легка – Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не більше 0,1
	Легка-Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не більше 0,2
	Середній важкості – Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не більше 0,3
	Середній важкості – Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не більше 0,4
	Важка – ІІІ	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не більше 0,5
Теплий	Легка – Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55	0,1	0,1-0,2
	Легка-Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	55	0,2	0,2-0,3
	Середній важкості – Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	55	0,3	0,2-0,4
	Середній важкості – Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	55	0,3	0,2-0,5
	Важка – ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	55	0,4	0,2-0,6

Таблиця – Вологість при різних температурах

Температура повітря, °С	Максимальна вологість, г/м ³	Температура повітря, °С	Максимальна вологість, г/м ³
10,0	9,209	20,5	18,085
10,5	9,521	21,0	18,650
11,0	9,844	21,5	19,231
11,5	10,176	22,0	19,827
12,0	10,518	22,5	20,440
12,5	10,870	23,0	21,068
-3,0	11,231	23,5	21,718
13,5	11,604	24,0	22,377
14,0	11,987	24,5	23,060
14,5	12,382	25,0	23,756
15,0	12,788	25,5	24,471
15,5	13,205	26,0	25,209
16,0	13,634	26,5	25,964
16,5	14,076	27,0	26,739
17,0	14,530	27,5	27,539
17,5	14,997	28,0	28,344
18,0	15,477	28,5	29,183
18,5	15,971	29,0	30,043
19,0	16,477	29,5	30,929
19,5	16,999	30,0	31,842
20,0	17,735		

Практична робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ І РОБОЧИХ МІСЦЬ

Мета роботи – ознайомитися з нормуванням і визначенням характеристик штучного освітлення виробничих приміщень, з розрахунком штучного освітлення методом світлового потоку.

Завдання:

- вивчити основні характеристики штучного освітлення та їх вплив на безпеку праці і зниження виробничого травматизму;
- вивчити нормування штучного освітлення на робочих місцях;
- ознайомитися з методами розрахунку штучного освітлення на робочих місцях;
- провести розрахунок загального штучного освітлення методом світлового потоку.

Зміст роботи

Вплив освітлення на здоров'я людини і його продуктивність

Близько 90% всієї інформації, яку отримує людина, приходиться на органи зору. Організація освітленості робочих місць відіграє значну роль у житті людини. Недостатнє і нераціональне освітлення приводить до стомлення очей, розладу центральної нервової системи, зниженню розумової та фізичної працездатності, а в ряді випадків може бути причиною травматизму (близько 5% травм відбувається через нераціональне і недостатнє освітлення). При недостатньому освітленні органам зору доводиться пристосовуватися, це можливо завдяки властивостям очей - акомодації, адаптації та конвергенції.

Акомодація - це здатність очей пристосовуватися до ясного бачення предметів, що знаходяться від нього на різних відстанях. Це відбувається при зміні фокусної відстані кришталика за рахунок напруги м'язів. Якщо такі зміни відстані відбуватимуться часто, то це може привести до зміни форми очного яблука.

Адаптація - це звикання очей до певного рівня освітленості при зміні умов освітлення. Відбувається це за рахунок напруги райдужних м'язів.

Конвергенція - здатність очей при розгляді близьких предметів приймати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на центрі фокусу.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід кількість і якість освітлення пов'язувати з колірним оточенням. Так, якщо інтер'єр забарвлений в темні кольори, то для створення гарного освітлення необхідно використовувати більш потужні джерела світла, оскільки темні поверхні поглинають значну частину світлового потоку і створюють контрастні світлотіні, втомлюють очі. Причиною втоми може служити також надмірна яскравість поверхонь конструкцій. Блискучі поверхні створюють світлові відблиски, які викликають тимчасове осліплення. Нерівномірність освітлення та різна яскравість навколишніх предметів призводять до частоті переадаптації очей під час роботи і внаслідок цього - до швидкої втоми органів зору. Тому добре освітлені поверхні, які знаходяться у колі зору, краще зафарбовувати в кольори середньої освітленості.

Характеристики освітлення

До основних **кількісних** показників належать: *світловий потік, сила світла, яскравість і освітленість*.

Світловий потік (Φ) – це потужність світлового видимого випромінювання, яка оцінюється оком людини за світловим відчуттям.

Одиницею світлового потоку є люмен, (Лм).

Освітленість (E) – відношення світлового потоку (Φ), що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента (S):

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (4.1)$$

За одиницю освітленості прийнято люкс (Лк).

Сила світла джерела I – відношення світлового потоку $\Delta\Phi$ до тілесного кута $\Delta\Omega$, в якому цей світловий потік поширюється: $I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega}$.

Тілесний кут $\Delta\Omega = \frac{\Delta S}{r^2}$ – площа сферичного сегменту, на який спирається даний кут, r – його радіус. (Одиниця виміру – стерadian – ср).

В системі СІ сила світла є основною (еталонною). Тобто в якості одиниці прийнята сила світла еталонного джерела, яка називається кандела – Кд. Кандела дорівнює силі світла в заданому напрямку джерела, що випускає монохроматичне випромінювання частотою $5,4 \cdot 10^{14}$ Гц (≈ 500 нм), потужність випромінювання якого в цьому напрямку становить $1/683$ (Вт / ср).

Яскравість L – відношення світлового потоку з поверхні ΔS в заданому напрямку α до нормалі цієї поверхні всередині тілесного кута Ω до добутку площі видимої поверхні $\Delta S \cos \alpha$ на тілесний кут:
$$L = \frac{\Delta \Phi}{\Delta S \cdot \cos \alpha \cdot \Omega} = \frac{I}{\Delta S \cdot \cos \alpha}$$
. Одиниця яскравості – кд/м².

До основних **якісних** показників зорових умов роботи можна віднести: *фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість*.

Основні вимоги до виробничого освітлення

1. Створення на робочій поверхні освітленості, що відповідає характеру зорової роботи.
2. Забезпечення достатньої рівномірності і постійного рівня освітленості у виробничих приміщеннях, для уникнення частої переадаптації органів зору.
3. Відсутність осліплюючої дії, як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться у полі зору.
4. Відсутність на робочій поверхні різких і глибоких тіней (особливо рухомих).
5. Забезпечення достатнього контрасту освітлюваних поверхонь.
6. Відсутність небезпечних і шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпека ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність світильників).
7. Надійність і простота в експлуатації, економічність і естетичність.

Класифікація виробничого освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» освітлення поділяється на природне, штучне і поєднане (рис. 4.1).

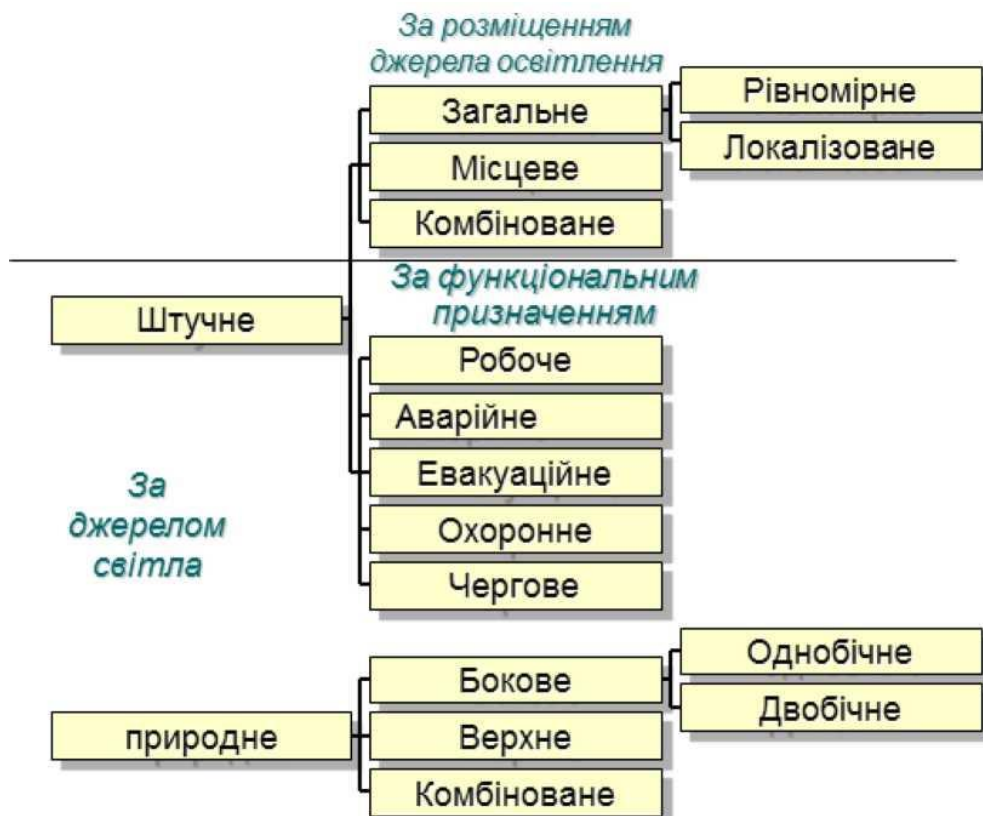


Рисунок 4.1– Види виробничого освітлення

Штучне освітлення буває загальним, місцевим і комбінованим (рис. 4.1).

За функціональним призначенням виділяють такі види освітлення:

Робоче освітлення створює необхідні умови для роботи, облаштовують у всіх приміщеннях, місцях проходження людей, руху транспорту.

Аварійне освітлення передбачається на випадок раптового відключення робочого освітлення (при аварії).

а) в приміщеннях з постійною роботою персоналу у випадку загрози виникнення травматизму;

б) з числом працюючих більше 50 чоловік;

в) у невиробничих приміщеннях (більше 100 чоловік);

г) у всіх дитячих установах;

д) у медичних установах: кабінети невідкладної допомоги, операційні;

е) на сходах житлових будинків вище 5 поверхів.

Евакуаційне освітлення облаштовується у місцях, небезпечних для проходу, по шляхах евакуації людей з будівель - в коридорах, на сходових клітинах при аварійному відключенні робочого освітлення.

Охоронне освітлення – передбачається уздовж кордонів території, що охороняється в нічний час.

Чергове освітлення – освітлення в неробочий час.

Фізіолого-гігієнічні фактори

Загальна оцінка ефективності освітлення виробничих приміщень за інтегральними показниками роботи і якості продукції, що випускається представлена на рис. 4.2. Зі збільшенням освітленості E робочого приміщення від 30 до 1000 Лк зростання продуктивності праці (ПП) становить 10% (крива 1), втомлюваність (B) знижується приблизно на 2% (крива 2), в той час як кількість помилок, що допущено (КП), при виконанні роботи зменшується більш ніж у 10 разів (крива 3).

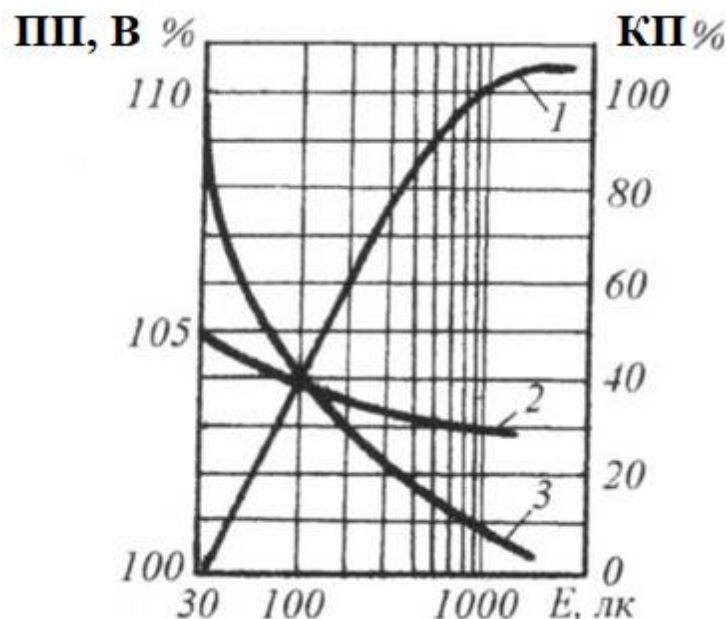


Рисунок 4.2 – Вплив освітленості на інтегральні показники роботи

Однак слід пам'ятати, що зайва яскравість може викликати тимчасове осліплення, різь в очах і головний біль, тобто може бути причиною втрати працездатності.

Порядок виконання роботи

1. Методи розрахунку штучного освітлення

Завданням розрахунку є визначення необхідної потужності електричної освітлювальної установки для створення в приміщенні заданої освітленості. При цьому обраховують за даними: форма і геометричні розміри приміщення; відбиваючі здатності внутрішніх поверхонь; розряд зорових робіт, що проводяться у приміщенні; розташування і габарити обладнання.

Для розрахунку штучного освітлення використовують в основному три методи: *метод світлового потоку лампи, точковий метод і метод питомої потужності.*

Точковий метод застосовують в основному для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення, освітлення нахиленої і вертикальної площини і для перевірки розрахунку рівномірного загального освітлення, коли відбитим світловим потоком можна знехтувати. На практиці точковий метод розрахунку застосовують при проектуванні загального рівномірного освітлення приміщень, якщо потрібно оцінити освітленість в конкретних точках.

Розрахунок освітленості в заданій точці від точкового джерела світла на площині, довільно орієнтованої в просторі, здійснюється за виразом:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^2 \alpha}{H_p^2 k} \left(\cos \theta + \text{sign} \frac{P}{H_p} \sin \theta \right) \quad (4.2)$$

де I_{α} – сила світла в напрямку до розрахункової точки, *кд*;

α – кут між нормаллю робочої поверхні і напрямком світлового потоку від джерела світла, *град.*;

H_p – висота підвісу світильника над горизонтальною площиною, що проходить через розрахункову точку, *м*;

k – коефіцієнт запасу лампи;

P – найкоротша відстань від проекції осі симетрії світильника на горизонтальну площину до сліду перетину останньої з розрахунковою площиною, *м*;

θ – кут нахилу розрахункової площини до горизонту, *град.*

У випадку визначення освітленості в горизонтальній і вертикальній площинах вираз (4.1) набуде вигляду:

для горизонтальної площини:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{H_p^2 k} \quad (4.3)$$

для вертикальної площини:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{H_p k} \quad (4.4)$$

Дані про розподіл сили світла наводяться у світлотехнічних довідниках.

При необхідності розрахунку освітленості в точці, створюваної декількома світильниками, підраховують освітленість від кожного з них, а потім отримані значення складають.

Метод питомої потужності є найбільш простим, але і найменш точним, тому його застосовують лише при орієнтовних розрахунках.

Метод дозволяє визначити потужність кожної лампи освітлювальної установки, необхідну для створення нормованої освітленості:

$$W_{\text{л}} = \frac{w \cdot S}{n} \quad (4.5)$$

де $W_{\text{л}}$ – питома потужність (відношення потужності освітлювальної установки до площі приміщення), $\text{Вт}/\text{м}^2$; вибирається за світлотехнічними таблицями в залежності від рівня освітленості, площі приміщення, типу світильника і висоти його підвісу, типу і потужності ламп; S – площа приміщення, м^2 ;

n – число ламп в освітлювальній установці.

Метод світлового потоку, іменований іноді методом коефіцієнта використання, зазвичай використовують для визначення загального рівномірного освітлення при горизонтальній робочій поверхні, так як при розрахунку даним методом оцінка мінімальної освітленості без конкретизації точок з такою освітленістю дуже приблизна.

2. Порядок розрахунку штучного освітлення методом світлового потоку

При виконанні розрахункової частини практичної роботи будемо використовувати метод світлового потоку:

1. Визначають висоту підвісу світильника над робочою поверхнею за виразом:

$$H_p = H - h_p - 0,5 \quad (4.6)$$

де H - висота приміщення, м;

h_p – висота розташування робочої поверхні від рівня підлоги, м.

2. Визначають індекс (показник) приміщення за формулою:

$$i = \frac{ab}{H_p(a+b)} \quad (4.7)$$

де a і b – відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильника над освітлюваною поверхнею, м.

3. Визначають необхідний розрахунковий світловий потік F_{pl} (лк) лампи за формулою:

$$F_{pl} = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot N \cdot \eta} \quad (4.8)$$

де S – площа освітлюваного приміщення, м²;

E_n – нормована освітленість на робочому місці у залежності від умов роботи: точності, розміру об'єкта і фону (табл. 4.1)

Розряд зорової роботи встановлюють у залежності від відношення діаметра об'єкта розрізнення до відстані ока працюючого (більше 0,5 м).

Освітленість виробничих ділянок при комбінованому і загальному освітленні відповідно становить: мийка машин – 100 ... 150; обслуговування технічне – 200 ... 300; ремонт акумуляторів – 200 ... 500.

Загальна освітленість, лк, робочих поверхонь для приміщень (ре-

комендована ДБН В.2.5-28-2006) наступна: кабінети, аудиторії, лабораторії - 400; кабінет технічного креслення (на робочих столах) – 500; актові зали – 200; гардеробні – 100 ... 150; коридори і проходи – 50 ... 75; санвузли - 75.

Таблиця 4.1 – Норми штучної освітленості, E_n , лк

Характеристика зорових робіт	Розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Освітленість	
			при комбінованому освітленні	при загальному освітленні
найвищої точності	менше 0,15	I	5000-1500	1500-400
дуже високої точності	від 0,15 до 0,3	II	4000-1000	1250-300
високої точності	від 0,3 до 0,5	III	2000-400	5000-200
середньої точності	від 0,5 до 1	IV	750-300	300-150
малої точності	від 1 до 5	V	300-200	200-100
грубої точності	більше 5	VI	-	150
робота в гарячих цехах	більше 0,5	VII		200
загальний нагляд за технологічним процесом	-	VIII	-	75-30

z – коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітленості (приймають 1,1 ... 1,3);

k – коефіцієнт запасу зниження освітленості у зв'язку зі старінням ламп і забрудненням світильників (приймають для ламп розжарювання – 1,3 ... 1,6; для люмінесцентних ламп – 1,5 ... 1,8);

N – число світильників,

n – число ламп в світильнику.

Вибирають необхідне число світильників для забезпечення рівномірного освітлення. **На плані приміщення (ділянки, цеху, лабораторії) в масштабі вказують розподіл світильників** (рядами, у шаховому порядку). Рівномірне освітлення забезпечується, якщо відношення відстані L між центрами світильників до висоти H їх підвісу над робочою поверхнею складає для світильників з лампами розжарювання 1,4 ... 2, а з люмінесцентними – 1,4 ... 1,5.

З плану розподілу світильників визначають кількість світильників N .

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, залежить від ККД і кривої світлорозподілу світильників, показника приміщень i (визначеного за формулою 4.7), коефіцієнтів відбиття стін $R_{ст}$ і стелі $R_{п}$ (табл. 4.2). У формулу підставляємо у долях одиниці, тобто у 100 разів менше, ніж вказано у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Коефіцієнти використання світлового потоку світильників з люмінесцентними лампами, η

Тип	ЗД (Загального освітлення дифузний)					ЗДР і ІВЛ-6 (загального освітлення дифузний з ґратами, що екранують)					ЗДО (загального освітлення дифузний з отворами у верхній частині відбивача)					ЗДОР (загального освітлення дифузний з отворами у верхній частині відбивача і з ґратами, що екранують)				
	$R_{стеля}$	$R_{стіни}$	$R_{підлога}$			$R_{стеля}$	$R_{стіни}$	$R_{підлога}$			$R_{стеля}$	$R_{стіни}$	$R_{підлога}$			$R_{стеля}$	$R_{стіни}$	$R_{підлога}$		
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
Коефіцієнт використання, %																				
0,5	31	30	25	20	20	29	28	24	21	19	82	72	65	52	75	66	58	53	47	45
0,6	36	31	29	25	24	33	32	27	24	23	30	29	21	19	16	28	26	20	17	15
0,7	40	38	33	29	28	37	35	30	27	26	34	32	26	22	20	32	30	24	20	18
0,8	44	42	36	33	31	40	38	33	29	29	38	36	29	25	23	36	34	28	23	21
0,9	47	45	39	35	34	43	41	36	32	32	41	40	33	28	26	39	37	31	26	33
1,0	50	47	42	38	36	46	44	38	34	34	44	42	36	31	28	42	40	33	28	25
1,1	53	50	44	40	39	48	48	41	36	36	47	46	38	33	30	45	42	35	30	27
1,25	57	53	48	43	42	51	48	44	39	39	50	48	41	36	32	47	45	37	33	29
1,56	61	57	52	47	46	55	52	47	43	42	53	51	44	38	35	51	48	40	35	31
1,75	65	66	54	51	49	59	54	50	46	45	59	54	48	42	38	55	51	43	38	34
2,0	68	62	57	54	52	62	56	52	49	47	64	59	51	45	40	58	54	46	41	36
2,25	70	64	59	58	54	64	58	54	51	49	67	61	53	47	42	61	56	48	43	38
2,5	72	65	60	57	56	66	60	55	52	51	70	63	55	49	44	63	58	50	45	40
3,0	75	67	63	60	58	69	62	58	55	53	72	65	56	50	45	65	59	51	46	41
3,5	78	69	65	62	60	71	63	59	57	55	75	67	59	53	48	68	61	53	48	47
4,0	80	70	66	64	62	72	64	61	58	56	77	69	61	55	49	70	63	55	50	44
5,0	82	72	69	66	64	75	65	62	60	58	79	70	62	56	50	72	64	56	51	40

За розрахунковим світловому потоку лампи F_{pl} за допомогою табл. 4.3 підбирають найближчу стандартну лампу.

Лампу підбирають так, щоб виконувалася умова: $0,9B_{pl} < B_l < 1,2B_{pl}$. На практиці допускається відхилення світлового потоку B_l обраної лампи від розрахункового B_{pl} до -10% і $+20\%$. В іншому випадку вибирають інше розташування світильників, змінивши їх кількість та підбирають інші лампи.

Але найкращим результатом вважається, якщо відхилення освітленості на робочому місці не перевищують 6% від норми. Такий проєкт виконаний найкращим чином.

4. Розраховують освітленість E на робочому місці:

$$E = E_n \frac{F_l}{F_{pl}} \quad (4.9)$$

де F_l – світловий потік обраної (по табл. 4/3) лампи, лм

де F_{pl} – розрахунковий світловий потік лампи (за формулою 8), лм

5. Розподіл світильників в приміщенні представляють у вигляді схеми виконаної в масштабі (див. приклад рис. 4.3, 4.4)

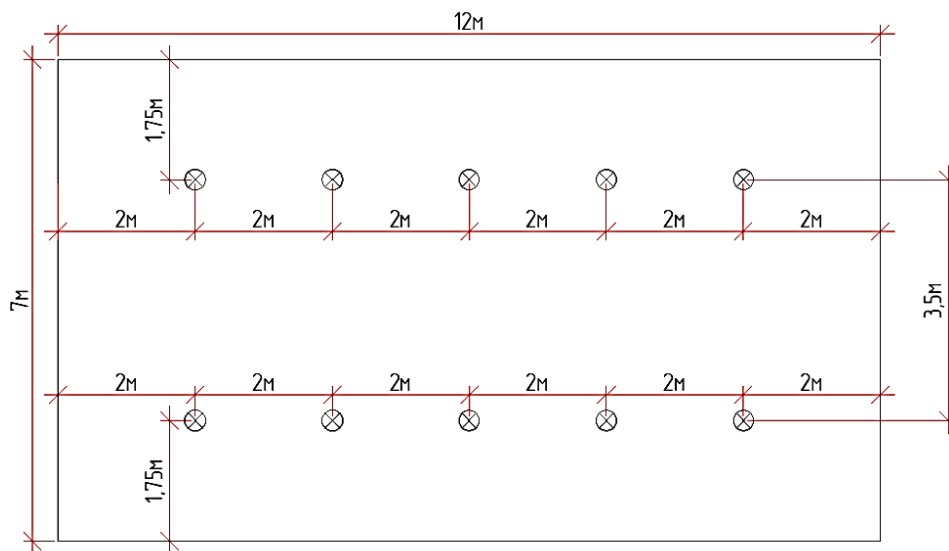


Рисунок 4.3 – Приклад виконання схеми розміщення світильників із лампами розжарювання

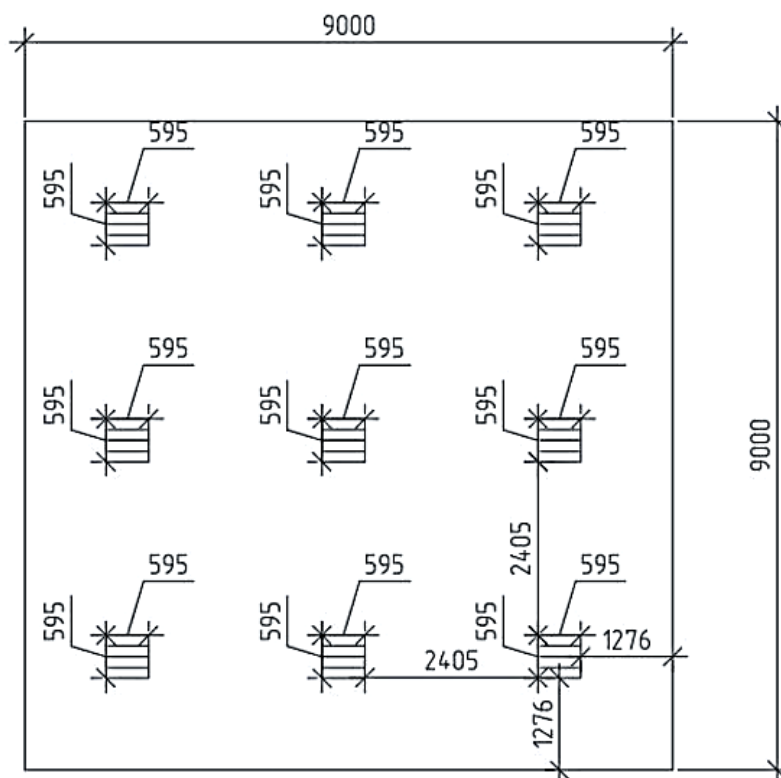


Рисунок 4.4 – Приклад виконання схеми розміщення світильників із люмінесцентними лампами

5. Висновок.

Таблиця 4.3 – Світлові і електричні параметри ламп розжарювання і люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання			Люмінесцентні лампи		
Тип лампи	Світловий потік, $P_{л}$ лм	Світлова віддача, лм/Вт	Тип лампи	Світловий потік, $P_{л}$ лм	Світлова віддача, лм/Вт
В-15	105	7	ЛДС-20	820	41
В-25	220	8,8	ЛД-20	920	46
Г-40	400	10	ЛБ-20	1180	59
ГК-40	460	11,5	ЛДС-30	1450	48,2
Г-60	715	11,9	ЛД-30	1640	54,5
ВК-100	1145	14,5	ЛБ-30	2100	70,5
Г-150	2000	13,3	ЛДС-40	2100	52,5
Г-200	2800	14	ЛД-40	2340	58,5
Г-300	4600	15,4	ЛБ-40	3000	75
Г-500	8300	16,6	ЛДС-80	3560	44,5
Г-750	13100	17,5	ЛД-80	4070	50,8
Г-1000	18600	18,6	ЛД-80	5220	65,3

3. Умови виконання завдання

Завдання. Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для приміщення АТП, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $p_{стеля} = 70\%$, $p_{стіни} 50\%$, $p_{підлога} 30\%$, висота приміщення $H = 3,2$ м, висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,9$ м. Лампи для світильників за технічними характеристиками вибрати самостійно (виходячи з розрахованого значення світлового потоку однієї лампи). Вихідні дані взяти з таблиці 4.4. Накреслити схему розміщення світильників в приміщенні.

Контрольні питання:

1. Як класифікується штучне освітлення?
2. Як нормується штучне освітлення?
3. Які методи використовують для розрахунку штучного освітлення?
4. Як здійснюється розрахунок штучного освітлення за методом використання коефіцієнта світлового потоку?
5. В яких одиницях вимірюють природну і штучну освітленості?

Таблиця 4.4 – Вихідні дані до задачі

Варіант	Дані для розрахунку									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розряд і під-розряд робіт	IV	V	IV	V	V	IV	V	IV	VI	IV
Розмір приміщення	12×5	14×10	15×10	16×10	14×15	10×10	15×10	20×10	15×5	20×15
Варіант	Дані для розрахунку									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розряд і під-розряд робіт	IV	V	IV	V	V	IV	V	IV	VI	IV
Розмір приміщення	11×6	12×10	11×10	9×8	13×14	9×9	14×11	17×8	12×7	21×9
Варіант	Дані для розрахунку									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Розряд і під-розряд робіт	IV	V	IV	V	V	IV	V	IV	VI	IV
Розмір приміщення	10×5	11×11	12×11	16×10	14×15	11×13	7×6	12×5	5×7	6×8

Практична робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ

Мета роботи - вивчити основні положення щодо впливу виробничого шуму на організм працюючих; навчитись класифікувати та оцінювати виробничі шуми; освоїти нормування акустичних параметрів при виконанні санітарного оцінювання виробничого шуму.

Завдання:

- Ознайомитись із класифікацією і нормуванням шумів.
- Оцінити вплив шуму на організм працівника.
- Визначити методи зниження впливу шуму.
- Ознайомитись із методикою розрахунку рівнів шуму.
- Навчитись аналізувати отримані характеристики виробничого шуму і призначати рекомендації щодо заходів по зменшенню його дії на організм працюючих.

Прилади для вимірювання шуму - шумомір.

Зміст роботи

Фізичні характеристики шуму

Коливальні рухи повітря, що створювані різними пристроями, механізмами, живими організмами, а також природними явищами, викликають звук (шум).

Шумом прийнято називати небажане для сприйняття органами слуху людини безладне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності. Органи слуху людини сприймають звуки з частотами коливань 16-20000 Гц і не сприймають *інфразвук* (до 16 Гц) і *ультразвук* (понад 20000 Гц). Однак і інфразвук, і ультразвук також надають специфічний негативний вплив на організм людини.

Джерелами шуму є всі тіла, що знаходяться у стані коливань (повітря, вода, метал і т.п.). Джерелом звуку може бути будь-яке тіло, що коливається. Нестійке тіло відхиляється від свого положення рівноваги поперемінно у протилежні сторони. При кожному відхиленні воно стискає однією своєю стороною повітря, що прилягає до нього, а іншою стороною розріджує. З одного його боку тиск повітря стає дещо більше атмосферного, і настільки ж воно зменшується з протилежного боку. Різниця між тиском в шарі стиснення або розрідження і звичай-

ним атмосферним тиском називається акустичним або звуковим тиском P . Звуковий тиск вимірюється в Паскалях. Чим більше тиск звуку, тим сильніше подразнення і відчуття гучності звуку.

$$P = \frac{F}{S}, \text{ Н / м}^2, \text{ Па} \quad (5.1)$$

де F – нормальна сила, з якою звукова хвиля діє на поверхню, Н;
 S – площа поверхні, на яку падає звукова хвиля, м²

При поширенні звукової хвилі відбувається перенесення енергії (звукові хвилі є носіями енергії). Середній потік енергії в одиницю часу, віднесений до одиниці поверхні, нормальної до напрямку поширення хвилі, називається інтенсивністю звуку в даній точці I (Вт/м²).

$$I = \Phi/S, \text{ Вт/м}^2 \quad (5.2)$$

Вухо людини відчутно ні до інтенсивності, а до звукового тиску P . Інтенсивність I і звуковий тиск P пов'язані між собою наступним співвідношенням.

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c} \quad (5.3)$$

де ρ – акустична щільність середовища,
 c – швидкість поширення звуку.

Швидкість поширення звукових хвиль залежить від пружних властивостей середовища, температури і щільності середовища.

$$c = \lambda \cdot f \quad (5.4)$$

Швидкість поширення звукової хвилі у різних середовищах різна і для повітря при $t = 20^\circ\text{C}$: $c = 334$ м/с, для сталі $c = 5000$ м/с, для бетону $c = 4000$ м/с.

Оскільки звук – хвиля, що являє собою коливальний процес, то він характеризується такими поняттями як період коливання T (час, протягом якого відбувається 1 повне коливання), частота коливань (число повних коливань за 1 с), амплітуда коливань (найбільше відхилення від точки стійкої рівноваги).

Максимальні і мінімальні значення звукового тиску і інтенсивностей, що сприймаються людиною як звук, називається граничними.

Звуки малої інтенсивності ледве чутні, називаються порогом чутності. Порогу чутності на частоті 1000 Гц відповідає інтенсивність $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² звуковий тиск $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Максимальні значення (поріг больового відчуття) відповідають звукам, які викликають больові відчуття в органах слуху. Енергія звуку на межі больового відчуття в 10^{14} разів перевищують енергію ледь чутного (порога чутності) звуку тієї ж частоти. Такий величезний діапазон сили звуку (від порога чутності до больового порогу) доступний завдяки здатності людського вуха реагувати не на абсолютний приріст сили звуку, а на відносну зміну цієї величини. Тому для зменшення шкали вимірювань були введені логарифмічні величини – рівні інтенсивності і звукового тиску.

(5.5)

$$\text{Або} \quad L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ} \quad (5.6)$$

$$L = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}$$

де L – рівень сили (інтенсивності звуку), дБ (децибел);

I – інтенсивність чутного звуку, Вт/м²;

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² – інтенсивність звуку на порозі чутності, Вт/м²;

P – звуковий тиск чутного звуку, Па;

P_0 – звуковий тиск на порозі чутності, Па ($2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Рівень сили (інтенсивності) звуку – це логарифм відношення величин інтенсивності звуку або звукового тиску чутного звуку до значень, що відповідають порогу чутності при еталонній частоті в 1000 Гц.

Величину рівня інтенсивності використовують в акустичних розрахунках, а рівня звукового тиску - для вимірювання шуму і оцінки його впливу на людину, оскільки орган слуху чутливий не до інтенсивності, а до середньоквадратичного тиску.

Оскільки, шум, як правило, є сукупністю звуків різної частоти, то для зручності нормування здійснюють розкладання шуму на складові його тону (звуки приблизно однієї частоти). Така операція називається спектральним аналізом, а графічне зображення залежності рівнів звукового тиску від частоти називається частотним спектром шуму.

Для оцінки шуму використовують звуковий діапазон частот від 45 до 11000 Гц, що включає 8 октавних смуг із середньгеометричними частотами октавних смуг $f_{ст}$ 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

При орієнтовній оцінці за характеристику постійного шуму допускається використовувати загальний рівень шуму дБА, вимірюваний за шкалою А шумоміра Р

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{дБ} \quad (5.7)$$

де L_a – середньоквадратичне значення звукового тиску з урахуванням корекції А шумоміра.

Класифікація шумів

Шуми прийнято класифікувати у залежності від джерела виникнення, спектрального складу, характеру спектра і тимчасовим характеристикам.

А) За **джерелом** виникнення шуми поділяються на: механічні, аеродинамічні, гідравлічні, електромагнітні.

Б) Залежно від **спектрального складу** шуми бувають **низькочастотні**: максимум звукового тиску в діапазоні частот нижче 300 ... 400 Гц, **середньо частотні** 300 (400) ... 800 (1000) Гц і **високочастотні**: понад 800(1000) Гц.

В) У залежності від **характеру спектра** шуми бувають **тональними**, в спектрі яких є чутні дискретні тони, і **широкосмуговими** - з безперервним спектром шириною більше однієї октави.

Г) За **часовими характеристиками** шуми поділяють на **постійні**, рівень звуку яких за 8-годинний робочий день змінюється не більше, ніж на 5 дБА, і **непостійні**, для яких ця зміна за 8-годинний робочий день більше 5 дБА.

У свою чергу, непостійні шуми ділять на той, **що коливається** у часі (рівень звуку безперервно змінюється), **переривчасті** (рівень звуку поступово змінюється на 5 дБА і більш не частіше, ніж через 1 сек. і більше) і **імпульсні** (що складаються з декількох звукових сигналів, тривалістю менше 1 сек. і різницею в рівнях звуку 7 дБА).

Нормування шумів

Для захисту людини від несприятливого впливу шуму необхідно регламентувати його інтенсивність, спектральний склад, час впливу. Цю мету переслідують санітарно-гігієнічне нормування.

Нормування допустимих рівнів шуму проводиться для різних місць перебування населення (виробництво, будинок, місця відпочинку) і визначено ДСН 3.3.6.037-99 **Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.**

Допустимі рівні постійного шуму на робочих місцях відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 наводяться у вигляді граничних спектрів рівнів звукового тиску або допустимих рівнів звуку в залежності від виду трудової діяльності або робочого місця (табл. 5.1).

Нормованими параметрами постійного шуму є рівні звукового тиску в восьми октавних смугах.

Для орієнтовної оцінки постійного шуму на робочих місцях допускається приймати рівень звуку в дБА, що визначається за шкалою А шумоміра, що враховує суб'єктивні особливості людини при сприйнятті звуків різної природи і частоти.

Вплив шуму на організм людини

Реакція організму на шум залежить від багатьох факторів. Деякі люди терпимі до нього, у інших він викликає незадоволення, у третіх - порушує самопочуття, сон, нормальну трудову діяльність. Причиною різного сприйняття шуму може бути вік, стан здоров'я, характер діяльності людини, його настрої.

Рівень шуму і фактор часу мають вирішальне значення. Ступінь подразливої дії залежить і від того, на скільки шум перевищує звичний навколишній фон, яка міститься у ньому інформація.

Вплив виробничого шуму на організм людини також може супроводжуватися розвитком професійних захворювань. Тривала дія шуму на людину може привести до часткової, а іноді значної втрати слуху - професійної глухуватості і має суттєвий вплив на весь організм людини. Уже при шумі 130 дБ людина відчуває больові відчуття (рис. 5.1). Шум в 150 дБ для людини нестерпний, а в 190 дБ вибиває заклепки з металевих конструкцій.

Шум, маючи кумулятивні властивості, накопичуючись в органі-

змі, незадовільно впливає в першу чергу на центральну нервову і серцево-судинну системи. Шум - причина багатьох захворювань і функціональних розладів. Як показали результати медико-біологічних досліджень, кожен децибел шуму понад допустиму норму знижує продуктивність праці на 1%, збільшує ризик втрати слуху на 1,5% і на 0,5% - ризик серцево-судинних розладів.

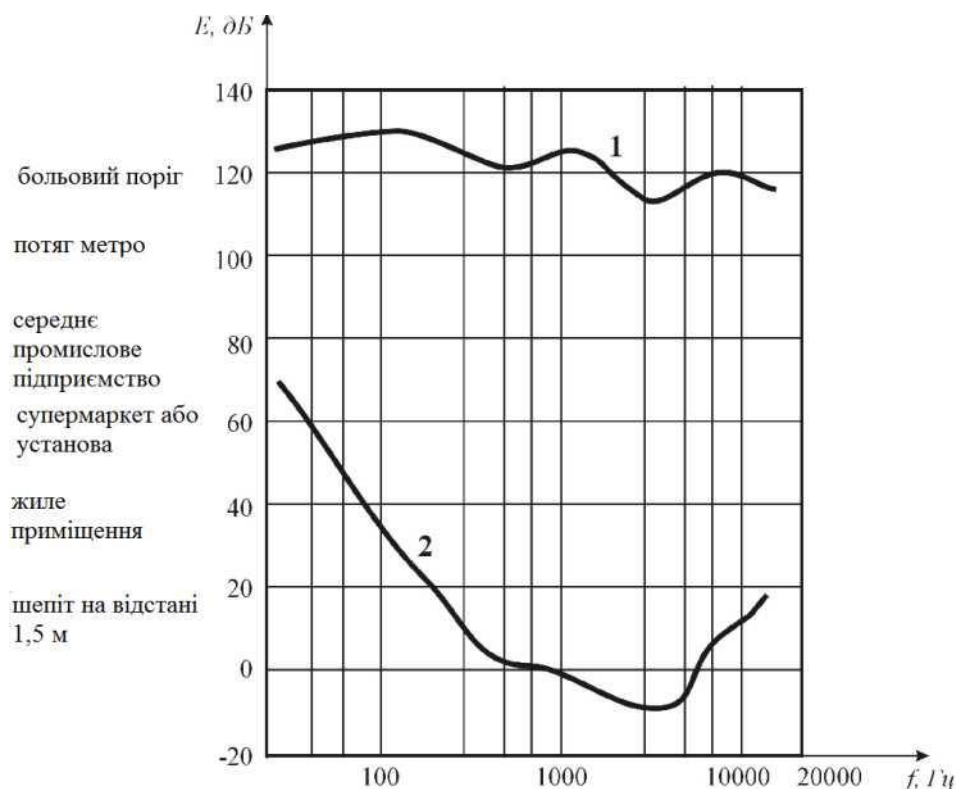


Рисунок 5.1 – Вплив виробничого шуму на організм людини

Часткова або повна втрата слуху - не рідкісне професійне захворювання у багатьох промислово розвинених країнах. Несприятливий вплив акустичних коливань призводить не тільки до погіршення слуху. Від надмірного шуму в організмі знижується імунний бар'єр і частота захворювань. Дослідження показують, що на «гучних» підприємствах рівень захворюваності вище середнього на 20%. Під впливом шуму підвищується внутрішньочерепний і кров'яний тиск, серце починає частіше скорочуватися, порушуються ритм дихання і сон, порушується робота ендокринної системи. Шум є причиною зниження працездатності, ослаблення пам'яті, уваги, гостроти зору, чутливості до попереджувальних сигналів. На думку австрійського вченого Гріффіта шум є причиною передчасного старіння в 30 випадках з 100, він скорочує

життя людини в галасливих місцях на 8...12 років. Під дією систематичного шуму продуктивність праці у ряді випадків знижується до 66 %, а число помилок у розрахункових роботах збільшується більш ніж на 50 %.

Тривала дія підвищеного шуму впливає на слух, викликаючи у людини неврози, серцево-судинні та інші захворювання, що сприяє виробничому травматизму та зниженню продуктивності праці.

Зниження впливу шуму

При проектуванні, виготовленні та експлуатації машин, розробці технологічних процесів; проектуванні виробничих будівель і споруд, а також при організації робочого місця мають бути вжиті всі необхідні заходи щодо зниження виробничого шуму, що впливає на людину, до значень, що не перевищують допустимих.

Зниження впливу виробничого шуму на організм людини можна здійснити:

- технічними засобами (зниження шуму машин у джерелі виникнення, застосування безшумного або малошумного технологічного процесу);
- будівельно-акустичними заходами;
- застосуванням дистанційного управління гучними машинами;
- засобами індивідуального захисту;
- організаційними заходами (вибором раціонального режиму праці та відпочинку,
- скороченням часу перебування в умовах підвищеного шуму, лікувально-профілактичними та ін. заходами).

Таблиця 5.1 - Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях (ДСН 3.3.6.037-99) Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньоарифметричними частотами, Гц									Рівень звуку
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	дБ(А)
1. Творча діяльність: керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання і навчання	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Високкокваліфікована робота, що вимагає зосередженості; адміністративно-управлінська діяльність; вимірювальні та аналітичні роботи	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Робота, яка виконується з вказівками, сигналами, що часто отримуються; робота, що вимагає постійного контролю, операторська робота по точному графіку з інструкцією; диспетчерська робота	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, яка потребує зосередженості; робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження і дистанційного керування виробничими циклами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (за винятком перерахованих у пунктах 1..4 і аналогічними) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Порядок виконання роботи

1. Розрахунок рівня шуму

1. Від однакових джерел в рівновіддаленій від них точці рівень шуму визначають за формулою, дБ:

$$L_{\text{сум}} = L + 10 \cdot \lg n \quad (5.8)$$

де L – рівень шуму одного джерела, дБ;
 n – кількість джерел шуму.

2. Якщо рівні шуму від джерел різні, сумарний рівень шуму обчислюють за формулою:

$$L_{\text{сум}} = L_6 + \Delta L \quad (5.9)$$

де L_6 – більший з двох вимірюваних рівнів, дБ;

$\Delta L = f(L_6 - L_M)$ – добавка, яка визначається за номограмою, дБ;

L_M – менший з двох вимірюваних рівнів, дБ.

Величини рівнів шуму L_6 , і L_M визначають експериментально. При декількох джерелах шуму їх рівні сумують також за формулою, але послідовно.

3. Рівень шуму, в залежності від відстані до джерела шуму визначають за формулою, дБ:

$$L = L_1 - 20 \cdot \lg r \quad (5.10)$$

де L_1 – рівень шуму на відстані 1 м від вимірюваного джерела шуму, дБ;

r – відстань між мікрофоном і джерелом шуму, м.

Добавка ΔL

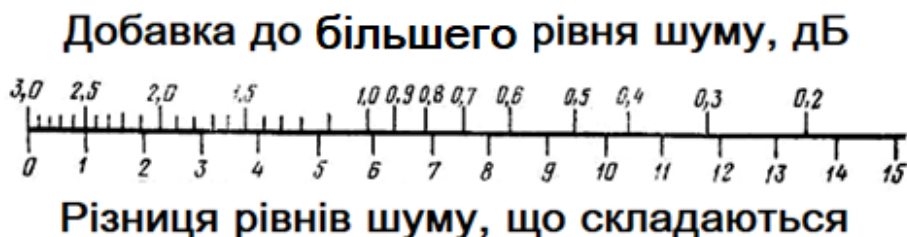


Рисунок 5.2 – Номограма для додавання рівнів шуму від різних джерел

2. Завдання: Вибрати варіант відповідно таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Дані для розрахунку

Варіант	Вид трудової діяльності	Відстань від джерела шуму до максимально віддаленого робочого місця, N м	Рівень шуму від джерел на відстані 1 м	
			L ₁	L ₂
1.	1	5	65	70
2.	2	6	55	65
3.	3	7	66	72
4.	4	5	62	75
5.	5	6	80	85
6.	1	7	62	67
7.	2	5	60	70
8.	3	6	58	62
9.	4	7	70	73
10.	5	5	88	72
11.	1	5	66	54
12.	2	6	59	65
13.	3	7	60	68
14.	4	5	77	74
15.	5	6	84	79
16.	1	7	56	55
17.	2	5	59	65
18.	3	6	69	72
19.	4	7	70	80
20.	5	5	80	85
21.	1	5	55	65
22.	2	6	65	75
23.	3	7	75	80
24.	4	5	75	82
25.	5	6	82	87
26.	1	7	55	57
27.	2	5	54	66
28.	3	6	75	78
29.	4	7	75	70
30.	5	5	79	83

Звіт про практичну роботу включає в себе:

1. Тему практичної роботи, її мету.
2. Вибір варіанту для розрахунку.
3. Розрахунки за формулами (5.8... 5.10). Слід навести всі формули, розрахунки та результат. Результати занести у таблицю 5.3.

Розрахунок рівня шуму виконати для всіх відстаней від 2 до N метрів (з кроком 1 м) за допомогою формули 5.10. Останню колонку в табл. 5.3 розраховують за формулою 5.8 або 5.9.

Таблиця 5.3 - Результати практичної роботи

Відстань, м	Розрахункові рівні шуму L , дБ		
	Джерело №1	Джерело №2	Сумарний рівень
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

3. Побудувати графік залежності рівнів шуму від відстані (приклад на рис. 5.3)

На графіку встановити допустимий рівень шуму для виду трудової діяльності, що описано у варіанті. Зверніть увагу на масштаб та інформативну частину графіка. *На графіку треба відобразити рівень шуму від 1 та 2 джерела, сумарний рівень шуму та гранично-допустимий рівень.*

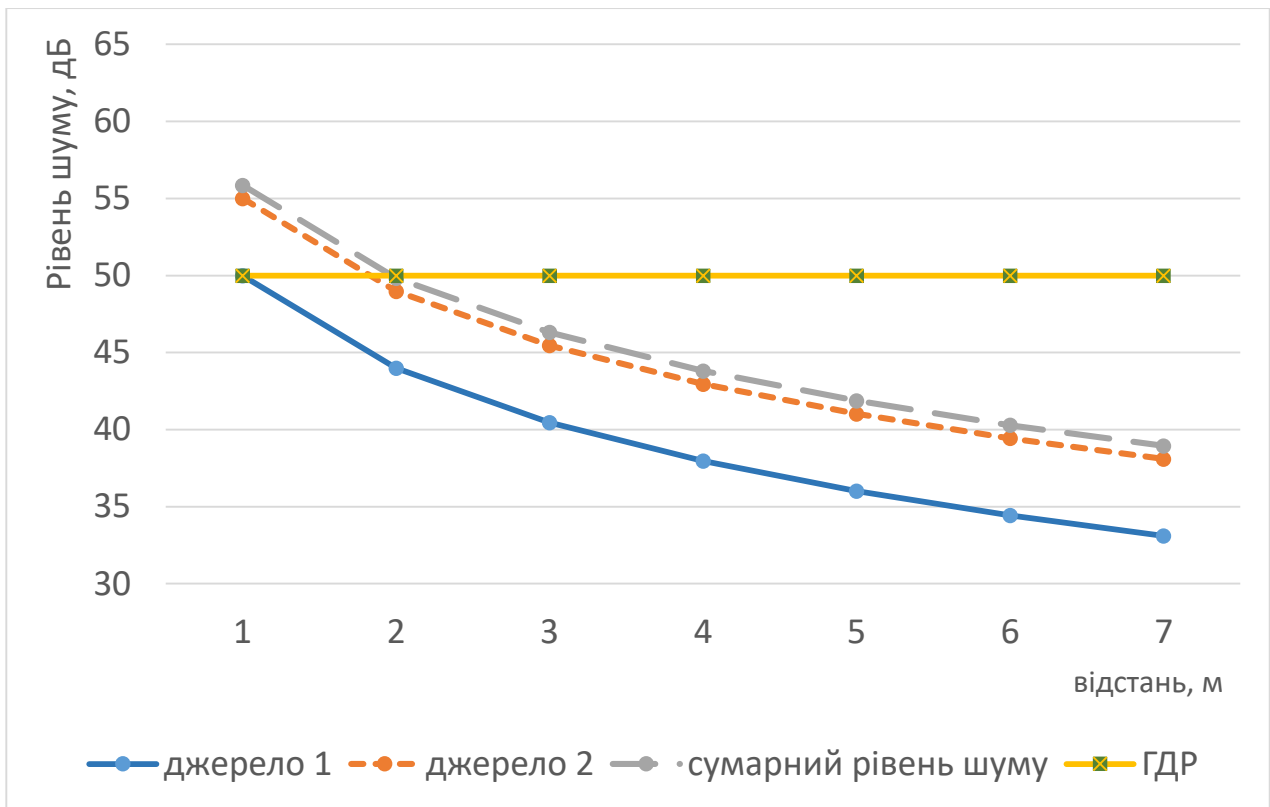


Рисунок 5.3 – Залежність рівня шуму від відстані (розрахункові значення)

4. Висновки. Рекомендації щодо зменшення рівня шуму на робочому місці.

Висновки повинні містити оцінку відповідності рівнів шуму нормативним; оцінку залежності рівня шуму від відстані і сумарного рівня шуму від кількості джерел; пропозиції щодо зменшення рівнів шуму.

Контрольні питання:

1. Що являє собою шум?
2. Якими параметрами характеризується шум?
3. Що таке інфразвук і ультразвук?
4. Як нормуються шуми?
5. Які методи захисту від шуму?
6. Який принцип дії шумоміра?
7. У чому проявляється шкідливий вплив шуму на організм людини?

Практична робота № 6

РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНОЇ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

Мета роботи: визначити інтегральну бальну оцінку важкості та напруженості праці.

Завдання:

- Ознайомитися з термінологічним апаратом теми (важкість, напруженість праці, атестація робочих місць).
- Ознайомитися з методикою розрахунку інтегральної бальної оцінки важкості праці, а також розрахунку стомлюваності і працездатності.
- Виконати розрахунок інтегральної бальної оцінки для певного робочого місця.
- На основі отриманих результатів встановити пільги і компенсації, на які може претендувати працівник.
- Скласти рекомендації щодо покращення умов праці на робочому місці.

Зміст роботи

Робоче середовище людини-оператора являє собою сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціально-психологічних і естетичних чинників зовнішнього середовища, що впливають на оператора.

За показник, що враховує вплив всіх складових умов праці, прийнятий показник *важкості праці*.

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

Важкість праці характеризує сукупний вплив всіх складових умов праці на працездатність людини, її здоров'я, життєдіяльність і відновлення робочої сили.

Про ступінь *важкості праці* можна судити по реакціях і змінах в організмі людини, які служать показниками якості умов праці.

Важкість праці характеризується:

- фізичними динамічними навантаженнями;
- масою вантажу, що піднімається і переміщується;

- загальним числом стереотипних робочих рухів;
- величиною статичного навантаження;
- формою робочої пози;
- ступенем нахилу корпусу;
- переміщеннями у просторі.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуття, емоційну сферу працівника.

До факторів, що характеризують напруженість праці, відносять:

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

Професійний ризик – це величина ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я з урахуванням тяжкості наслідків у результаті несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Захист часом – зменшення шкідливого впливу несприятливих факторів виробничого середовища і трудового процесу на працюючих на рахунок зниження часу їх дії:

- введення внутрішніх змінних перерв;
- скороченого робочого дня;
- збільшення тривалості відпустки;
- обмеження стажу роботи в даних умовах.

Методика розрахунку

Для практичних цілей використовується проста методика кількісної оцінки важкості праці. Методика дозволяє з достатньою точністю встановити категорію важкості праці, маючи представлені в балах, дані, що характеризують умови праці (табл. 6.1).

Методика оцінки важкості праці встановлює залежність між умовами праці та інтегральною реакцією організму людини.

При оцінці важкості праці враховуються показники:

санітарно-гігієнічні	психофізіологічні
Елементи умов праці	
температура, вологість та швидкість руху повітря;	фізичне, динамічне і статичне навантаження;
наявність токсичних речовин;	робоча поза і переміщення у просторі;
пил;	змінність, тривалість безперервної роботи протягом доби;
вібрація, шум, ультра- та інфразвук;	точність зорових робіт;
теплове випромінювання;	кількість заданих об'єктів спостереження;
електромагнітні поля;	темп роботи, монотонність роботи;
іонізуюче випромінювання;	об'єм інформації, що обробляється;
біологічні фактори.	режим праці та відпочинку;
	нервово-емоційне навантаження;
	інтелектуальне навантаження.

Для визначення категорії важкості праці кожен з виробничих факторів оцінюють за бальною шкалою (табл. 6.4) і визначають *інтегральну бальну оцінку важкості та напруженості праці*.

За цією методикою виявляють складові процесу праці, укладаючи «Карту умов праці на робочому місці» (табл. 6.3). Під біологічно значущими розуміють такі елементи умов праці, які з найбільшою ймовірністю впливають на формування певних реакцій організму працюючої людини (нормальних, граничних або патологічних). Потім кожен елемент умов праці оцінюють в балах за допомогою табл. 6.2. Число балів змінюється від 1 (оптимальні умови) до 6 (найважчі умови).

Таблиця 6.1 – Характеристика важкості праці за індексом

Індекс категорії важкості праці	Функціональний стан організму	Характеристика категорії важкості праці
I	Нормальний	Роботи, що виконуються при оптимальних умовах виробничого середовища і при оптимальній величині фізичного, розумового і нервово-емоційного навантаження. Такі умови у практично здорових людей сприяють поліпшенню самопочуття, досягненню високої працездатності і продуктивності праці.
II		Роботи, що виконуються в умовах, коли гранично допустимі концентрації (ГДК) і гранично допустимі рівні (ГДР) шкідливих і небезпечних виробничих факторів не перевищують вимог нормативно-технічних документів. При цьому працездатність не порушується, відхилень у стані здоров'я, пов'язаних з професійною діяльністю, не спостерігається.
III	Початкова стадія граничного стану	Роботи, що виконуються в умовах, при яких у практично здорових людей виникають реакції, властиві граничному стану організму. Спостерігається деяке зниження виробничих показників. Поліпшення умов праці та відпочинку швидко усувають негативні наслідки.
IV	Глибокий граничний стан	Роботи, при яких вплив небезпечних і шкідливих чинників призводить до формування більш глибокого граничного стану у практично здорових людей. Більшість фізіологічних станів при цьому погіршується, особливо в кінці робочих періодів (зміни, тижні). З'являються типові виробничо зумовлені стани втоми (перед захворювання).
V	Патологічний стан	Роботи, при яких в результаті вельми несприятливих умов праці в кінці робочого періоду (зміни, тижні) формуються реакції, характерні для патологічного функціонального стану організму у практично здорових людей, що зникають у більшості працівників після повноцінного відпочинку. Однак у деяких осіб вони можуть перейти в виробничі і професійні захворювання.
VI		Роботи, що виконуються в особливо несприятливих умовах праці. При цьому патологічні реакції розвиваються дуже швидко, можуть мати незворотній характер і нерідко супроводжуються важкими порушеннями функцій життєво важливих органів.

Інтегральна бальна оцінка важкості і напруженості праці

$$U_T = 10 \cdot \left[X_{\max} + \frac{6 - X_{\max}}{6(N-1)} \sum_{i=1}^n X_i \right] \quad (6.1)$$

де x_{\max} – найвища з отриманих досліджених бальних оцінок;
 N – загальна кількість факторів;
 x_i – бальна оцінка по i -му з врахованих факторів;
 n – кількість факторів, що враховуються без врахування фактору із максимальним значенням x_{\max} .

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

$$X_i = X_{\text{фi}} \cdot P = X_{\text{фi}} \cdot (t_i / 480), \quad (6.2)$$

де P – питома вага часу дії i -го фактору в загальній тривалості робочого дня; t_i – тривалість дії фактора, хв.

Якщо на робочому місці фактичні значення рівня шкідливих факторів знаходяться в межах оптимальних або допустимих величин, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться до 1 або 2 класу. Якщо рівень хоча б одного фактора перевищує допустиму величину, то умови праці на такому робочому місці, в залежності від величини перевищення та відповідно до цих гігієнічних критеріїв, як за окремим фактором, так і при їх поєднанні можуть бути віднесені до 1-4 ступеня 3 класу шкідливих або класу небезпечних умов праці.

Робота в умовах гігієнічних нормативів повинна здійснюватися з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) при адміністративному контролі за їх застосуванням (включення в технологічний регламент, правила внутрішнього розпорядку з заходами заохочення за їх використання і / або адміністративними заходами покарання порушників). Використання ефективних (що мають сертифікат відповідності) ЗІЗ зменшує рівень професійного ризику ушкодження здоров'я, але не змінює клас умов праці працівника.

На підставі розрахунків інтегральної бальної оцінки і колектив-

ного договору, укладеного з адміністрацією, працівникові диференціюють заробітну плату, тобто встановлюють надбавку, призначають додаткову відпустку або скорочений робочий день, додаткове профілактичне харчування і т.п.

Інтегральний показник важкості праці дозволяє визначити вплив умов праці на працездатність людини.

$$B = \frac{U_T - 15,6}{0,64}, \quad (6.3)$$

де B – показник втоми в умовних одиницях; 15,6 і 0,64 – коефіцієнти регресії.

Знаючи ступінь втоми, можна визначити рівень працездатності, тобто величину протилежну втомленню:

$$R = 100 - B \quad (6.4)$$

Категорію важкості визначають за таблицею:

Таблиця 6.2 – Категорія важкості робіт

Категорія праці	Інтегральний показник
Перша категорія важкості праці	До 18
Друга	19-33
Третя	34-45
Четверта	46-53
П'ята	54-59
Шоста	59,1-60

На практиці можливе підвищення важкості на одну категорію, якщо на працівника одночасно діють два або більше несприятливих елементи з оцінкою 4, 5 і 6 балів протягом більш як 90 % часу робочої зміни.

Зниження важкості на одну категорію дозволяється за умови, коли на робочому місці всі елементи, крім одного, сприятливі, а дія цього несприятливого елемента триває менше 80 % часу робочої зміни. Крім того, враховується відсутність впродовж декількох років виробничо зумовлених та професійних захворювань працівників, зайнятих на аналогічних робочих місцях.

Виходячи з інтегральної оцінки, визначаються компенсації (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Доплата за шкідливі умови праці

Категорія важкості праці	I	II	III	IV	V	VI
Інтегральна бальна оцінка	до 18	від 19 до 33	від 34 до 45	від 46 до 53	від 54 до 58	від 59 до 69
Доплати за умови праці	—	—	4—8 %	12—16 %	20 %	24 %

Доплати за шкідливі умови праці згідно із ст. 100 КЗпП України, що на важких роботах та на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці встановлюється підвищена оплата праці працівникам.

Порядок виконання роботи

1. Обрати варіант (табл. 6.6).
2. Вивчити основні положення та методику оцінки інтегрального показника важкості праці. Підготувати форму таблиці (табл. 6.5 – Карта умов праці) і занести до неї вихідні дані відповідно до свого варіанту (табл. 6.6).
3. Внести у таблицю величину кожного фактора X_i в балах (вибрати за допомогою табл. 6.4).
4. Визначити інтегральну бальну оцінку важкості праці за формулою (6.1).
5. Знаючи інтегральну бальну оцінку, визначити категорію важкості праці і дати їй визначення.
6. Розрахувати показник втоми і рівень працездатності за формулами (6.3) та (6.4).
7. Визначити пільги і компенсації за умовами праці на робочому місці (табл. 6.3).
8. Оформити звіт. Зробити висновок, запропонувати заходи щодо покращення умов праці.

Таблиця 6.4 – Критерії для бальної оцінки факторів робочого середовища

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
Температура повітря на робочому місці, °С: теплий період	18...20	21...22	23...28	29...32	33...35	>35
холодний період	20...22	17...19	15...16	7...14	Нижче +7	-
Токсичні речовини, 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	Нижче 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
Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	≤ 140	141...1000	1001-1500	1501-2000	2001...2500	>2500
Освітленість робочого місця, лк: Мін. об'єкт розрізнення, мм	> 1 5...9	1,0...0,3 3...4	< 0,3 1...2	> 0,5 4...9	< 0,5 1...3	- -
Розряд роботи						
Фізичне динамічне навантаження, Дж: Загальне · 10 ⁵ Часткове · 10 ⁵	4,2 2,1	4,3...8,3 2,2...4,2	8,4...12 4,3...6,2	13...17 6,3...8,3	18...20 8,4...10	> 20 > 10
Фізичне статичне навантаження, Н·с: На одну руку · 10 ⁴ На дві руки · 10 ⁴ На м'язи корпусу · 10 ⁴	< 18 < 43 < 61	18...36 43...86 61...123	37...70 87...144 124...210	71...97 145...220 211...300	> 97 > 220 > 300	- - -

Робоче місце (РМ), поза і переміщення у просторі	РМ стаціонарне, поза вільна, маса вантажу, що переміщується до 5 кг	РМ стаціонарне, поза вільна, маса вантажу, що переміщується понад 5 кг	РМ стаціонарне, поза вимушена, до 25% часу – у нахиленому положенні до 30°	РМ стаціонарне, поза вимушена, – понад 50% робочого часу	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна - понад 50% робочого часу	РМ стаціонарне, поза вимушена, нахил під кутом 60° до 300 разів за зміну
Змінність	ранкова зміна	дві зміни	три зміни	нерегулярні зміни	-	-
Тривалість безперервної роботи протягом доби, годин	-	< 8	< 12	> 12	-	-
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 на годину): Дрібних (пальцями рук) Крупних (руки)	< 360 < 250	361...720 251...500	721...1080 501...750	1081...3000 751...1600	> 3000 > 1600	- -
Кількість сигналів на годину	< 75	76...175	176...300	> 300	-	-
Монотонність: Кількість прийомів в операції Тривалість операцій, що повторюються, с	> 10 > 100	6...10 31...100	3...5 20...30	3...5 10...19	2...1 5...9	2...1 1...4

Режим праці та відпочинку	Обґрунтований, з включенням музики і гімнастики	обґрунтований без включення музики і гімнастики	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	,	,	,
Нервово-емоційні навантаження	Прості дії за індивідуальним планом	Прості дії за заданим планом	Складні дії за заданим планом з можливістю корекції	Складні дії за заданим планом при дефіциті часу	Відповідальність за безпеку людей. Особистий ризик при дефіциті часу	,

Таблиця 6.5 – Карта умов праці

Фактор робочого середовища і умови праці (за варіантом табл. 6.6)	Значення показника (табл. 6.4) X_i	Бальна оцінка фактору (табл. 6.4)	Тривалість дії фактору t_p , хвилини	Питома вага часу дії фактора $t_{уді}$	Оцінка питомої важкості фактору робочого середовища X_f (формула 6.2)
1.	2.	3.	4.	5.	6.

Таблиця 6.6 – Варіанти завдань до практичної роботи

Варіант	Професія	Фактор робочого середова	Значення показника	Тривалість дії фактору
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Інженер – розробник	Температура повітря на РМ в теплий період року, °С.	18...20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		
		○ розмір об'єкта, мм	< 0,3	420
		○ розряд зорової роботи	2	480
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБ.	2	320
		РМ стаціонарне, поза зручна.	--	480
		Маса вантажів, що переміщуються.	до 5 кг	480
		Робота в ранкову зміну.	--	400
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год.	8	480
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни.	30	390
2.	Оператор ВЦ	Обґрунтований режим праці і відпочинку з застосуванням функціональної музики і гімнастики.	--	480
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом.	--	480
		Температура повітря на РМ в теплий період року, °С.	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		
		○ розмір об'єкта, мм	< 0,3	480
		○ розряд зорової роботи	2	480
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБ.	8	480
		РМ стаціонарне, поза незручна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30°.	--	360
		Робота у дві зміни.	--	
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год.	8	480
Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни.	70	480		

		Кількість важливих об'єктів спостереження. Кількість рухів пальців у годину. Монотонність: ○ кількість прийомів в операції ○ тривалість операцій, що повторюються, с. Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики і гімнастики. Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом.	2 2600 3 20 -- --	480 480 480 480 480 480
3.	Оператор дисплея автоматичної лінії по виробництву виробів механічною обробкою	Температура повітря на РМ в теплий період року, °С. Освітленість РМ на рівні санітарних норм: ○ розмір об'єкта, мм ○ розряд зорової роботи Перевищення допустимого рівня звуку, дБ. РМ стаціонарне, поза незручна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30°. Робота у 3 зміни. Тривалість безперервної роботи протягом доби, год. Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни Кількість важних об'єктів спостереження. Кількість рухів пальців у годину. Монотонність: ○ кількість прийомів в операції ○ тривалість операцій, що повторюються, с. Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики. Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом. Промисловий пил, кратність перевищення ГДК.	19...20 1 4 5 -- -- 4 40 8 1000 100 6 -- -- 1,5	420 420 420 420 240 480 480 480 480 480 480 480 480 480 240
4.	Оператор стенда конт-	Температура повітря на РМ в теплий період року, °С. Освітленість РМ на рівні санітарних	24...26	420

	ролю вихлопних газів	<p>норм:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм > 1 ○ розряд зорової роботи 5 <p>Перевищення допустимого рівня звуку, дБ. 8</p> <p>РМ стаціонарне, поза незручна – до 30% часу в нахиленому положенні до 30°. --</p> <p>Робота у 3 зміни. --</p> <p>Тривалість безперервної роботи протягом доби, год. 8</p> <p>Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни. 30</p> <p>Кількість важливих об'єктів спостереження. 5</p> <p>Вібрація, кратність перевищення ГДР, дБ. 4</p> <p>Монотонність:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ кількість прийомів в операції 3 ○ тривалість операцій, що повторюються, с. 40 <p>Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики. --</p> <p>Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій по заданому плану з можливістю корекції. --</p> <p>Токсична речовина, кратність перевищення ГДК. 2</p>		
5.	Оператор станду КВП (контрольно-вимірювальних приладів)	<p>Температура повітря на РМ в теплий період року, °С. 21...22</p> <p>Освітленість РМ на рівні санітарних норм:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм < 0,3 ○ розряд зорової роботи 2 <p>Перевищення допустимого рівня звуку, дБ. 3</p> <p>РМ стаціонарне, поза незручна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30°. --</p> <p>Маса вантажу, що переміщується. до 5 кг</p> <p>Робота у 2 зміни. --</p> <p>Тривалість безперервної роботи протягом доби, год. 8</p> <p>Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни. 70</p> <p>Кількість важливих об'єктів спостереження. 2</p> <p>Кількість рухів пальців у годину. 260</p>		

		<p>Монотонність:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ кількість прийомів в операції ○ тривалість операцій, що повторюються, с. <p>Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики.</p> <p>Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом.</p>	3 20 -- --	480 480 480 480
6.	Оператор стенду контролю автомобільних двигунів	<p>Температура повітря на РМ в теплий період року, °С.</p> <p>Освітленість РМ на рівні санітарних норм:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм ○ розряд зорової роботи <p>Перевищення допустимого рівня звуку, дБ.</p> <p>РМ стаціонарне, поза не зручна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30°.</p> <p>Робота у 3 зміни.</p> <p>Тривалість безперервної роботи протягом доби, год.</p> <p>Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни.</p> <p>Кількість важних об'єктів спостереження.</p> <p>Вібрація, перевищення ГДР, дБ.</p> <p>Кількість рухів пальців у годину.</p> <p>Монотонність:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ кількість прийомів в операції ○ тривалість операцій, що повторюються, с. <p>Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики.</p> <p>Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій по заданому плану з можливістю корекції.</p> <p>Токсична речовина, кратність перевищення ГДК.</p>	26...28 >>1 5 6 -- -- 8 30 5 4 100 3 31 -- -- 2	420 480 480 480 320 480 480 480 480 480 480 480 480 480 480 480 180
7.	Майстер з ремонту контрольно-вимірюваль-	<p>Температура повітря на РМ в теплий період року, °С.</p> <p>Освітленість РМ на рівні санітарних норм:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм 	24...26 1	420 480

	них приладів	<ul style="list-style-type: none"> ○ розряд зорової роботи Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н·с. РМ стаціонарне, поза вільна. Маса вантажів, що переміщуються. Робота в ранкову зміну. Тривалість безперервної роботи протягом доби, год. Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни. Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку. Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій по заданому плану. 	5 2,0 · 10 ⁵ -- до 5 кг -- 8 90 -- --	480 480 320 480 480 480 480 480 480
8.	Інженер – дослідник у центральній заводській лабораторії	<ul style="list-style-type: none"> Температура повітря на РМ в теплий період року, °С. Освітленість РМ на рівні санітарних норм: <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм ○ розряд зорової роботи Перевищення допустимого рівня звуку, дБ. РМ стаціонарне, поза незручна – до 50% часу в нахиленому положенні до 30°. Робота у 3 зміни. Тривалість безперервної роботи протягом доби, год. Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни. Кількість важливих об'єктів спостереження. Кількість рухів пальців у годину. Монотонність: <ul style="list-style-type: none"> ○ кількість прийомів в операції ○ тривалість операцій, що повторюються, с. Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку. Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій по заданому плану. 	26 0,45 3 6 -- -- < 6 60 5 100 6 60 -- --	480 020 420 420 120 480 480 480 480 480 480 480 480
9.	Співробітник обчислювального центру	<ul style="list-style-type: none"> Температура повітря на РМ в теплий період року, С°. Освітленість РМ на рівні санітарних норм: <ul style="list-style-type: none"> ○ розмір об'єкта, мм ○ розряд зорової роботи Перевищення допустимого рівня звуку, дБ. РМ стаціонарне, поза зручна. 	18...20 <0,3 2 3 --	420 420 420 420 480

		Робота у ранкову зміну.	--	480
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год.	4	480
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни.	90	480
		Обґрунтований режим праці і відпочинку з застосуванням функціональної музики і гімнастики.	--	480
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті складних дій по заданому плану і спілкування з людьми.	--	480
10.	Оператор в обчислювального центру	Температура повітря на РМ в теплий період року, С ⁰ .	21...22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		
		○ розмір об'єкта, мм	< 0,3	420
		○ розряд зорової роботи	2	420
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБ.	1	420
		РМ стаціонарне, поза незручна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30 ⁰ .	--	420
		Робота у дві зміни.	--	240
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, год.	8	360
		Тривалість зосередженого спостереження, % від тривалості робочої зміни.	70	360
		Кількість важних об'єктів спостереження.	2	480
		Кількість рухів пальців у годину.	1000	480
		Монотонність:		
		○ кількість прийомів в операції	3	480
○ тривалість операцій, що повторюються, с.	20	480		
Обґрунтований режим праці та відпочинку без застосування функціональної музики.	--	480		
Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом.	--	480		

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ
«РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНОЇ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАЖКОСТІ
ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ»

Вихідні дані: № варіанта, найменування робочого місця (РМ) – Оператор роботи з електронним мікроскопом

№ п/п	Фактори робочого середовища	Величина робочих показників	Тривалість дії фактору, хв
1.	Температура повітря на РМ у приміщенні в теплий період року, °С.	21-22	420
2.	Освітленість РМ на рівні санітарних норм Розмір об'єкта, мм Розряд зорової роботи	- 0,2 I	360
3.	Статистичне фізичне навантаження протягом зміни на дві руки, Н·с	$50 \cdot 10^4$	320
4.	РМ стаціонарне, поза вимушена, до 20% часу у нахиленому положенні	-	480
5.	Робота в ранкову зміну.	-	480
6.	Тривалість безперервної роботи протягом 10 годин	-	480
7.	Тривалість зосередженого спостереження від часу робочої зміни, %	90	480
8.	Кількість важливих об'єктів спостереження	3	480
9.	Кількість прийомів в операції	6	480
10.	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	-	480
11.	Нервово-емоційні навантаження виникають за безпеку інших осіб	-	480

КАРТА УМОВ ПРАЦІ

Фактори робочого середовища	Величина робочих показників	Бал фактора (за допомогою табл. 6.4), $X_{\phi i}$	Тривалість дії фактору t_i , хвилин	Питома вага часу дії фактора $P = t_i/480$	Оцінка питомої важкості фактору робочого середовища $X_i = X_{\phi i} \cdot P$
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Температура повітря на РМ у приміщенні в теплий період року, °С.	21-22	2	420	0,875	1,87
Освітленість РМ на рівні сан. норм					
2. Розмір об'єкта, мм	0.2	2	360	0,75	1,5
3. Розряд зорової роботи	I	3	360	0,75	2,25
4. Статистичне фізичне навантаження протягом зміни на дві руки, Н·с	$5 \cdot 10^4$	2	320	0,67	1,3
5. РМ стаціонарне, поза вимушена, до 20% часу у нахиленому положенні	-	3	480	1	3
6. Робота у ранкову зміну.	-	1	480	1	1
7. Тривалість безперервної роботи протягом 10 годин	-	3	480	1	3
8. Тривалість зосередженого спостереження від часу робочої зміни, %	90	4	480	1	4
9. Кількість важливих об'єктів спостереження	3	1	480	1	1
10. Кількість прийомів в операції	6	2	480	1	2
11. Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	-	3	480	1	3
12. Нервово-емоційні навантаження виникають за безпеку інших осіб	-	5	480	1	5
				$\sum X_{\phi i}$	23,84 – без врахування максимальної оцінки

Інтегральна бальна оцінка важкості праці:

$$U_T = 10 \cdot \left[X_{\max} + \frac{6 - X_{\max}}{6(N-1)} \sum_{i=1}^n X_i \right], \quad U_T = 10 \cdot \left[5 + \frac{6-5}{6(12-1)} \cdot 23,84 \right] = 53,61$$

У нашому випадку $\sum X_{\phi i} = 23,84$

Показник втоми:

$$B = \frac{53,61 - 15,6}{0,64} = 59,4\%$$

$$R = 100 - 59,4$$

= 40,6%

Категорія важкості робіт – 5 (за табл. 6.2).

Пільги і компенсації на робочому місці:

- розмір доплати до тарифної ставки (окладу) 20%;

Висновок: для оформлення висновку застосуйте табл. 6.1-6.3, проаналізуйте результат, розробіть по 2-3 рекомендації до кожного фактору, що має оцінку 3 та більше.

Практична робота №7

ВЕНТИЛЯЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Мета роботи – навчитися вибирати найбільш ефективні види вентиляції для конкретних виробничих умов.

Завдання:

- Ознайомитися з класифікацією систем вентиляції.
- Розглянути гігієнічні вимоги до організації вентиляції виробничих приміщень.
- Розрахувати необхідний повітрообмін у різних виробничих приміщеннях і його кратність.

Зміст роботи

Розрахунок повітрообміну у виробничому приміщенні. Розрахунок кількості припливного повітря, необхідного для загальнообмінної вентиляції, виконується за умови виділення у виробничому приміщенні шкідливих речовин та надлишкового тепла).

Наведений нижче розрахунок повітрообміну виконаний відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Порядок виконання роботи

1. Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин

Загальна кількість повітря L (повітрообмін), що має подаватися загальнообмінною вентиляцією у виробниче приміщення для забезпечення в робочій зоні гранично допустимої концентрації шкідливих газів, пару та пилу, розраховується за формулою:

$$L = \frac{M}{K(\Gamma_{ДК} - C_0)}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (7.1)$$

де L – кількість припливного або повітря, що видаляється, залежно від прийнятої схеми механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$,

M – інтенсивність виділення аналізованої шкідливої речовини у приміщенні, $\text{мг}/\text{год}$;

K – безрозмірний коефіцієнт рівномірності розподілу вентиляційного повітря у приміщенні (за відсутності інформації приймаємо рівним одиниці);

$ГДК$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин у приміщенні, $мг/м$ (ДСТУ-НБА 3.2-1:2007 «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів»).

C_0 – концентрація шкідливих речовин у зовнішньому повітрі, що подається до приміщення, $мг/м^3$

Приклад розрахунку

Задача. Розрахувати повітрообмін, необхідний для розведення токсичних речовин при надходженні оксидів нітрогену у повітря приміщення у кількості 100 мг/год. ГДК становить 5 мг/м³. Концентрація токсичної речовини у припливному повітрі приміщення $C_0 = 0,5$ мг/м³

Таким чином, кількість повітря, необхідного для розведення у приміщенні шкідливих речовин нижче за ГДК становить:

$$L = \frac{100}{1(5 - 0,5)} = 22,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну $K_{об}$ у приміщенні визначається за формулою

$$K_{об} = \frac{L}{V}, 1/\text{год} \quad (7.2)$$

де V – об'єм приміщення, м³.

Кратність повітрообміну – санітарний показник стану повітряного середовища у приміщенні. Це величина, яка визначається як: відношення повітря, що видаляється або подається до внутрішнього об'єму приміщення.

Показує, скільки разів протягом однієї години повітря в приміщенні повністю замінюється на нове. Одноразовий повітрообмін означає, що протягом години в приміщення подали свіже і видалили «відпрацьоване» повітря в кількості, що дорівнює одному об'єму приміщення; 0,5 кратний повітрообмін означає, що повністю замінюється повітря у приміщенні за 2 години.

Задача 7.1. У цеху під час технологічного процесу викидається у повітря M (г) шкідливого речовини на годину. Яку кратність повітрообміну має забезпечувати вентиляційна установка, якщо ГДК шкідливої речовини свинцю у повітрі дорівнює ГДК ($\text{мг}/\text{м}^3$), а розміри цеху $V \times L \times H$ (м^3)? Коефіцієнт рівномірності розподілу вентиляційного повітря дорівнює K . Повітря, що подається у приміщення, містить однойменну речовину в кількості 20% від ГДК.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для розрахунку задачі 1

Параметри	Варіанти				
	1	2	3	4	5
$M, \text{г}/\text{год}$	0,014	14	150	60	10
речовина	плюмбум	ацетон	бензин	розчинник	сірчистий ангідрид
ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	0,01	200	300	300	10
K	0,9	1	0,75	1	0,85
$V \times L \times H$	20×40×5	10×20×5	20×20×5	4×5×2,5	6×6×5
	6	7	8	9	10
$M, \text{г}/\text{год}$	150	60	14	10	0,014
речовина	бензин	розчинник	ацетон	сірчистий ангідрид	плюмбум
ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	300	300	200	10	0,01
K	0,75	1	1	0,85	0,9
$V \times L \times H$	20×20×5	4×5×2,5	10×20×5	6×6×5	20×40×5
	11	12	13	14	15
$M, \text{г}/\text{год}$	180	55	10	6	0,02
речовина	бензин	розчинник	ацетон	сірчистий ангідрид	плюмбум
ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	300	300	200	10	0,01
K	0,8	0,9	0,95	0,75	0,93
$V \times L \times H$	10×15×3	3×3×2,7	7,7×13×2,8	8×8×2,9	12×24×3,5
	16	17	18	19	20
$M, \text{г}/\text{год}$	0,005	75	20	35	12
речовина	плюмбум	ацетон	бензин	розчинник	сірчистий ангідрид
ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	0,01	200	300	300	10
K	0,9	0,65	0,7	0,73	0,88
$V \times L \times H$	2×4×2,5	11×5,5×2,8	22×8×3	4,2×5,4×2,7	7×7×3,2

Задача 2. Визначте необхідний повітрообмін у приміщенні об'ємом V м³, де проводиться паяння м'яким припоєм ПОС-60 (до складу якого входить 40% п्लюмбуму, t). За час роботи витрачається m кг припою. Кількість припою, що випаровується $q = 0,3\%$.

Таблиця 7.2 – Вихідні дані для розрахунку задачі 7.2

Варіант	V , м ³	m , кг	Варіант	V , м ³	m , кг
1	180	0,02	11	185	0,05
2	120	0,01	12	125	0,015
3	100	0,015	13	115	0,15
4	90	0,01	14	95	0,015
5	110	0,02	15	130	0,025
6	150	0,025	16	170	0,05
7	160	0,025	17	185	0,027
8	175	0,02	18	155	0,025
9	165	0,015	19	156	0,045
10	155	0,015	20	185	0,012

Гранично допустима концентрація п्लюмбуму у повітрі робочої зони ГДК = 0,01 мг/м³.

Вказівки до розв'язання задачі

- 1) Визначте кількість припою, що випаровується за 1 годину, мг/год:

$$M = t \cdot m \cdot q \cdot 10^6 \quad (7.3)$$

де, 10^6 – коефіцієнт для переведення з кг/год в мг/год;

t – доля п्लюмбуму у припої (підставляти у формулу у долях одиниці, не у відсотках);

q – доля припою, що випаровується. Визначте необхідний повітрообмін та кратність повітрообміну в приміщенні.

- 2) Розрахуйте необхідний повітрообмін за формулою 7.1.
- 3) Встановіть кратність повітрообміну за формулою 7.2.

2. Визначення кількості приточного повітря за кількістю працівників

За відсутності у приміщенні шкідливих речовин продуктивність загальнообмінної вентиляції обчислюється за формулою:

$$L = n \cdot L' \quad (7.4)$$

де n – кількість працівників;

L' – витрати повітря, $\text{м}^3/\text{год}$, що приймаються за санітарними нормами у залежності від об'єму приміщення V , м^3 , який приходить на одного працівника:

$$\text{При } V/n < 20 \quad L' = 30; \quad (7.5)$$

$$\text{При } 40 > V/n > 20 \quad L' = 20; \quad (7.6)$$

Приклад розрахунку

Задача. Розрахувати систему вентиляції обчислювальної зали. Вихідні дані для розрахунку: довжина зали 10 м, ширина 6 м, висота 3,2 м, кількість робочих місць – 10. Обладнання займає 15% обсягу приміщення. Обчислювальна зала розташована в адміністративному корпусі

Розрахунок вентиляції виробничого приміщення, у якому відсутні джерела виділення шкідливих речовин, виконують за кількістю людей, що працюють.

Вільний об'єм приміщення складає:

$$V = A \cdot B \cdot H \cdot 0,85 = 10 \cdot 6 \cdot 3,2 \cdot 0,85 = 163,2 \text{ м}^3$$

Питомий вільний об'єм складає:

$$V / n = 163,2 / 10 = 16,3 \text{ м}^3 / \text{чол.} < 20 \text{ м}^3 / \text{чол.}$$

Нормована кількість повітря на одного працівника в даних умовах становить $30 \text{ м}^3 / (\text{год} \cdot \text{чол.})$

Мінімальна необхідна кількість повітря для вентиляції даного приміщення становить:

$$L = L' \cdot N = 30 \cdot 10 = 300 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Розрахована система вентиляції забезпечить виконання нормативних вимог щодо якості повітря робочої зони.

Задача 3. Визначити кількість припливного повітря, необхідного для провітрювання приміщення V м³, якщо в ньому працює n осіб.

Таблиця 7.3 – Вихідні дані для розрахунку задачі 7.3

Варіант	Об'єм приміщення, V , м ³	Кількість працівників, n	Варіант	Об'єм приміщення, V , м ³	Кількість працівників, n
1	120	5	11	110	11
2	100	7	12	95	8
3	90	6	13	85	7
4	80	5	14	88	6
5	35	3	15	40	4
6	30	2	16	37	4
7	18	2	17	22	3
8	42	3	18	44	6
9	45	4	19	43	5
10	60	3	20	58	7

3. Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкового тепла

Повітрообмін, необхідний для забезпечення встановленої санітарними нормами температури повітря у робочій зоні виробничих приміщень, розраховується за формулою:

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{надл}}}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3 / \text{ГОД} \quad (7.7)$$

де $Q_{\text{надл}}$ – надлишкове явне тепло, що виділяється у приміщенні, Вт;
 c – питома теплоємність повітря (у розрахунках можна прийняти $c = 1$ кДж/(кг·град);

ρ – щільність зовнішнього (припливного) повітря при температурі, що розглядається, кг/м³;

$t_{\text{вих}}$ та $t_{\text{пр}}$ – температура відповідно повітря, що йде і припливного повітря, °С;

$$Q_{\text{надл}} = Q_{\text{об}} - Q \text{ Вт} \quad (7.8)$$

де $Q_{\text{об}}$ – тепловиділення у приміщенні від технологічного обладнання, Вт;

Q – виділення тепла з інших джерел (плюс) чи його втрати (мінус), Вт;

Для теплого та холодного періодів року:

$$t_{\text{вих}} = t_{\text{р.з}} + 3, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (7.9)$$

де $t_{\text{р.з}}$. – температура повітря у робочій зоні за санітарними нормами, $^\circ\text{C}$.

Задача 7.4. Визначити продуктивність загальнообмінної вентиляції L ($\text{м}^3/\text{год}$), що забезпечує у холодний період року видалення надлишків тепла $Q_{\text{надл}}$ (Вт) з виробничого приміщення та підтримання мінімально допустимої температури повітря в робочій зоні $t_{\text{р.з}}$ на постійних робочих місцях з легкою фізичною роботою категорії 1б, яка відповідно до санітарних норм дорівнює 20°C . Тепловиділення в приміщенні від технологічного обладнання становлять $Q_{\text{об}}$ (Вт), а втрати через зовнішні огорожі складають $Q_{\text{втрати}}$ (Вт). Щільність повітря за розрахунками приймати $1.25 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температура приточного повітря 15°C .

Таблиця 7.4 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	$Q_{\text{об}}$, Вт	$Q_{\text{втрати}}$, Вт	Варіант	$Q_{\text{об}}$, Вт	$Q_{\text{втрати}}$, Вт
1	150000	110000	11	180000	110000
2	30000	15000	12	33000	12000
3	200000	14000	13	188000	112000
4	60000	40000	14	85000	50000
5	100000	60000	15	120000	75000
6	25000	15000	16	38000	14000
7	22000	10000	17	18000	4000
8	45000	21000	18	44000	18000
9	35000	25000	19	31000	21000
10	30000	18000	20	320000	19000

4. Синергетична (сумарна) дія токсичних речовин

У виробничих приміщеннях часто виділяється не один, а кілька різних токсикантів. У таких випадках слід пам'ятати, що шкідливі речовини можуть бути незалежної дії (впливати на різні системи організму та надавати незв'язані токсичні ефекти) та однорідної (односпрямованої) дії (впливати на одні й ті самі системи організму та надавати однаковий токсичний ефект у суміші). Однорідну дією мають, наприклад, суміші вуглеводнів, сильні мінеральні кислоти (азотна, сульфатна і хлоридна), чадний газ і цементний пил, аміак та оксиди нітрогену.

При виділенні у повітрі кількох шкідливих речовин односпрямованої дії має дотримуватися умова:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (7.10)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – фактичні концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м^3 ;

ГДК – гранично допустимі концентрації цих речовин, мг/м^3 .

Якщо результат розрахунку за останньою формулою більше одиниці, то повітрообмін розраховують за коефіцієнтом кратності повітрообміну до рівного отриманого значення.

Задача 7.5. Дайте висновок про можливість роботи у виробничому приміщенні, якщо повітря робочої зони потрапив аміак (24 мг/м^3) та оксиди азоту ($2,5 \text{ мг/м}^3$). ГДК (аміаку) = 20 мг/м^3 , ГДК (оксидів нітрогену) = 5 мг/м^3 . Складіть рекомендації. Встановить необхідний повітрообмін.

ГДК аміаку – 20 мг/м^3 ГДК оксидів нітрогену – 5 мг/м^3

Вихідні дані для розрахунку вибрати із таблиці 7.5 згідно із варіантом.

Таблиця 7.5 – Вихідні дані для розв’язання задачі 7.5

Варіант	Аміак, мг/м ³	Оксиди нітрогену, мг/м ³	Варіант	Аміак, мг/м ³	Оксиди нітрогену, мг/м ³
1	16	2,5	11	17	4,5
2	15	4,5	12	13	4,7
3	18	5	13	18	4,9
4	22	4	14	23	3,3
5	20	5	15	19	4,8
6	15,8	3,9	16	15,5	4,6
7	12	2,5	17	11	3,5
8	14	2,2	18	13,7	3,0
9	17	4	19	16,5	3,7
10	11	3	20	11,2	2,8

5. Взаємозв’язок повітрообміну та швидкості руху повітря

Об’єм повітря, що видаляється при розрахунку місцевої витяжної вентиляції, приймається залежно від характеру шкідливих речовин, а також від швидкості та напрямку їх руху:

$$L = 3600 \cdot FV, \left[\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right]; \quad (7.10)$$

де F – площа поперечного перерізу вентиляційної шахти, м²;
 V – швидкість руху повітря (приймається від 0,5 до 1,7 м/с залежно від токсичності та леткості газів та парів), м/с.

Задача 7.6. Яка швидкість руху повітря у вентиляції, якщо повітрообмін становить L м³/год, а площа поперечного перерізу вентиляційної шахти F м²?

Таблиця 7.6 – Вихідні дані для розв’язання задачі 7.6

варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L м ³ /Год	290	300	590	80	210	65	125	350	400	325
F , м ²	0,04	0,04	0,088	0,048	0,023	0,04	0,075	0,05	0,058	0,05
варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L м ³ /Год	310	320	390	200	225	185	115	330	335	345
F , м ²	0,036	0,05	0,058	0,03	0,022	0,03	0,07	0,04	0,045	0,048

Сформулюйте висновок. Чи відповідає швидкість руху повітря встановленим нормам? Що можна порадити, якщо ні?

Практична робота № 8

ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Мета роботи – вивчення небезпек, пов'язаних з електричним струмом, аналіз цих небезпек, для подальшого використання методів і засобів захисту від ураження електричним струмом в електроустановках.

Завдання:

- Ознайомитися з науковими та організаційними основами електробезпеки.
- Ознайомитися з дією електричного струму на організм людини.
- Ознайомитися з методами запобігання впливу електричного струму на людину.
- Навчитися приймати і обґрунтовувати конкретні технічні рішення при створенні систем забезпечення електробезпеки.
- Навчитися надавати домедичну допомогу потерпілому при дії електричного струму.
- Виконати розрахунок струму, який може пройти крізь тіло людини в різних умовах, і прогнозувати можливі наслідки для здоров'я людини. Проаналізувати різні сценарії ураження струмом та відповідні заходи безпеки.
- Розрахувати крокову напругу і оцінити потенційні ризики для працівників, що перебувають поблизу електроустановок. Зрозуміти вплив крокової напруги на безпеку працівників та розробити рекомендації щодо її мінімізації.
- Розробити проект захисного заземлення для конкретної електроустановки. Включити в проект розрахунки, що обґрунтовують вибір матеріалів та конструкцій, а також передбачити технічні рішення, які забезпечать ефективний захист від ураження електричним струмом.

Зміст роботи

Електробезпека – це система заходів та засобів, спрямована на захист людини від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Випадки ураження людини струмом можливі лише при замиканні електричного ланцюга через тіло людини або, інакше кажучи, при дотику людини не менше ніж до двох точок ланцюга, між якими існує певна напруга.

Небезпека такого дотику, що оцінюється величиною струму, що проходить через тіло людини, або напругою дотику, залежить від низки факторів: схеми включення людини в ланцюг, напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, ступеня ізоляції струмопровідних частин від землі, а також від величини ємності струмопровідних частин відносно землі тощо. Характер та наслідки впливу на людину електричного струму залежить від наступних факторів:

- електричного опору тіла людини;
- величини напруги та струму;
- тривалість дії електричного струму;
- шляхи струму через тіло людини;
- роду та частоти електричного струму;
- індивідуальні властивості людини;
- умови довкілля.

Величина струму, що проходить через тіло людини, є основним фактором, що визначає тяжкість електротравм (табл. 8.1). Розрізняють три ступеня впливу струму на організм людини та відповідні їм три порогові значення: відчутний, невідпускний та фібриляційний струм.

Відчутний струм – електричний струм, що викликає під час проходження через організм відчутні подразнення. Відчутні роздратування викликає змінний струм силою 0,6...1,5 мА і постійний - силою 5...7 мА. Зазначені значення є пороговими відчутними струмами; з них починається область відчутних струмів.

Невідпускаючий струм – електричний струм, що викликає при проходженні через людину непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснутий провідник. Пороговий струм, що не відпускає, становить 10...15 мА змінного струму і 50...60 мА постійного. При такому струмі людина вже не може самостійно розтиснути руку, в якій затиснута струмопровідна частина, і виявляється ніби прикутою до неї.

Фібриляційний струм – електричний струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця. Пороговий струм фібриляції становить 100 мА змінного струму і 300 мА постійного при тривалості 1 ... 2 с по шляху «рука-рука» або «рука – ноги». Фібриляційний струм може досягти 5 А. Струм більше 5 А фібриляцію серця не викликає. За таких значень відбувається миттєва зупинка серця.

Ураження людини струмом можливе лише при замиканні електричного ланцюга через тіло людини.

Таблиця 8.1. – Наслідки ураження електричним струмом

Струм, що проходить через тіло людини, мА	Перемінний струм (50 Гц)	Постійний струм
0,5 ... 1,5	Початок відчуття: слабкі поколювання, пощипування шкіри	Не відчувається
2 ... 4	Відчуття поширюється на зап'ясті; злегка зводить м'язи.	Не відчувається
5 ... 7	Больові відчуття посилюються по всій руці; судоми; відчутний біль у передпліччі	Початок відчуття; слабке нагрівання шкіри під електродами
8 ... 10	Сильні болі та судоми у всій руці, включаючи передпліччя. Руки важко відірвати від електродів.	Посилення відчуття.
10 ... 15	Відразу відчутний біль у всій руці. Руки неможливо відірвати від електродів. Зі збільшенням тривалості впливу струму біль посилюється.	Значне нагрівання під електродами та в прилеглий ділянці шкіри.
20 ... 25	Сильний біль. Руки паралізуються миттєво, відірвати їх від електродів неможливо. Дихання ускладнене.	Відчуття внутрішнього нагріву, незначне скорочення м'язів рук.
25 ... 50	Дуже сильний біль у руках та у грудях. Дихання вкрай ускладнене. При тривалому впливові може настати зупинка дихання або ослаблення серцевої діяльності з непритомністю	Сильний нагрів, біль та судоми в руках. При відриві рук від електродів з'являються сильні болі.
50 ... 80	Дихання паралізується за кілька секунд, порушується робота серця. При тривалому впливові може настати фібриляція серця	Сильне поверхнєве та внутрішнє нагрівання. Сильні болі у руці та в області грудей. Руки неможливо відірвати від електродів
80 ... 100	Фібриляція серця через 2...3 с.; ще за кілька секунд – зупинка дихання.	Та ж дія виражена сильніше. При тривалій дії - зупинка дихання.
Понад 100	Та сама дія за менший час.	Фібриляція серця через 2...3 с.; ще за кілька секунд зупинка дихання.
понад 500	Клінічна смерть. При протіканні струму протягом декількох секунд важкі опіки і руйнування тканин.	

Напруга дотику – напруга, що з'являється на тілі людини при одночасному дотику до двох точок провідників або провідних частин, у тому числі при пошкодженні ізоляції. Небезпека такого дотику оцінюється величиною струму через тіло людини. Величина струму залежить від напруги дотику та низки факторів: опору шкіри людини, схеми замикання ланцюга струму через тіло людини, напруги мережі, схеми мережі, режиму її нейтралі, ступеня ізоляції струмопровідних частин та ін.

Схеми включення людини в електричний ланцюг можуть бути різними. Однак найбільш характерними є дві схеми включення: між двома проводами та між одним проводом та землею (рис. 8.1).

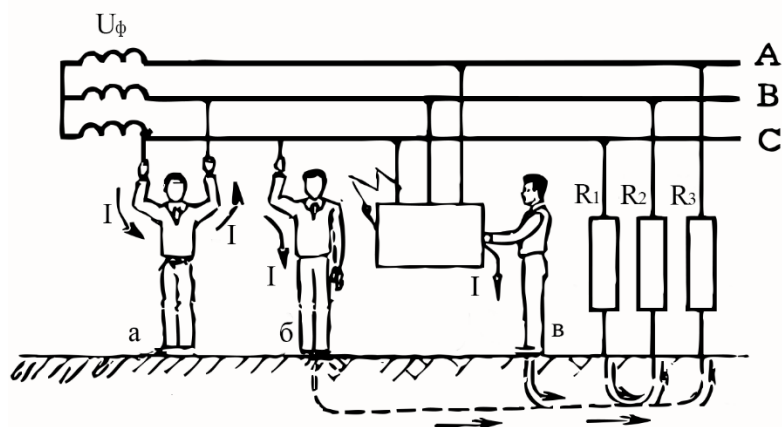


Рисунок 8.1 – Випадки включення людини в електричний ланцюг: *a* - двофазне, *б* - однофазне, Z_1, Z_2, Z_3 – повні опори дротів відносно землі

Двофазне включення, тобто дотик людини одночасно до двох фаз, як правило, небезпечніше, оскільки до тіла людини прикладається найбільша в цій мережі напруга - лінійна, і тому через людину піде більший струм:

$$I_h = \frac{U_l}{R_h} = \frac{1,73 \cdot U_\phi}{R_h} \quad (8.1)$$

де I_h – струм, що проходить крізь тіло людини, А;

$U_l = \sqrt{3}U_\phi$ - лінійна напруга, тобто напруга між фазними дротами мережі, В;

U_ϕ – фазна напруга, тобто напруга між початком і кінцем однієї обмотки (або між фазним дротом та нейтраллю), В.

Відповідно до сучасних вимог Правил улаштування електроустановок (Правила улаштування електроустановок споживачів) опір заземлювального пристрою, до якого приєднана нейтраль джерела живлення, у будь-яку пору року має бути не більше 2, 4 та 8 Ом відповідно при лінійних напругах 660, 380 та 220В джерела трифазного струму. Загальний опір всіх повторних заземлювачів повітряної лінії має бути не більше 5, 10 і 20 Ом відповідно при лінійних напругах 660, 380 і 220 В, при цьому опір кожного з повторних заземлювачів повинен бути не більше 15, 30 і 60 Ом відповідно при тих же напругах. Крім того, при питомому електричному опорі ґрунту понад 100 Ом•м допускається збільшення зазначених вище значень. R_0 і R_{Π} у відношенні $\rho/100$, але не більше ніж у 10 разів.

Порядок виконання роботи

1. Визначення тяжкості ураження електричним струмом

Задача 8.1. Людина випадково торкнулася електричної колодки (колодка не закрита знімною кришкою), через яку подається напруга на електричний двигун. Двигун живиться від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю, опір заземлення нейтралі $R_0 = 4 \text{ Ом}$, лінійна напруга $U_{\text{л}}=380 \text{ В}$, опір справної ізоляції дорівнює $0,5 \text{ МОм}$, опір ізоляції погіршеної якості $R_{\text{із}} \text{ кОм}$. Прийняти опір шкіри поверхні тіла людини $R_{\text{шк}} \text{ Ом}$, опір внутрішніх тканин організму $R_{\text{вн}} \text{ Ом}$, опір взуття $R_{\text{вз}} \text{ Ом}$, опір підлоги на площі, що дорівнює поверхні ступнів ніг $R_{\text{п}} \text{ Ом}$.

Перелічені варіанти дотику можуть призвести до виробничого електротравматизму.

Завдання:

Визначити (вихідні дані для вирішення задачі у таблиці 8.2):

1. Електричний опір тіла людини.
2. Струм, що проходить через людину, при випадковому торканні:
 - оголеного фазного затискача;
 - при замиканні людиною двох затискачів;
 - при дотику до дроту зі справною ізоляцією;
 - при дотику до дроту з погіршеною ізоляцією.

Пояснення:

- **Електричний опір тіла людини** – важлива величина, яка впливає на струм, що проходить через тіло при контакті з електричною напругою. Опір може залежати від різних факторів, таких як вологість шкіри, стан здоров'я та інші умови.
- **Струм при випадковому торканні:**
 - Оголошеного фазного затискача: контакт з відкритим струмопровідним елементом.
 - При замиканні людиною двох затискачів: ситуація, коли людина одночасно торкається двох точок з різною напругою.
 - При дотику до дроту зі справною ізоляцією: випадок, коли ізоляція дроту не має пошкоджень.
 - При дотику до дроту з погіршеною ізоляцією: випадок, коли ізоляція дроту пошкоджена, що може призвести до витoku струму.

Таблиця 8.2 – Вихідні дані до задачі 8.1

№ варіанту	Опір ізоляції погіршеної якості, $R_{із}$ кОм	Опір шкіри поверхні людини, $R_{шк}$ Ом	Опір внутрішніх тканин організму, $R_{вн}$ Ом	Опір взуття, $R_{вз}$ Ом	Опір підлоги на площі, що дорівнює поверхні ступнів ніг, $R_{п}$ Ом
1.	15	950	550	150	125
2.	20	900	650	250	200
3.	25	800	500	300	300
4.	30	1100	550	350	400
5.	35	1000	600	400	500
6.	40	900	650	350	400
7.	45	800	600	300	300
8.	50	700	550	250	200
9.	55	800	500	200	150
10.	60	900	550	150	125
11.	10	950	550	140	135
12.	13	1050	650	240	215
13.	27	920	500	320	315
14.	33	880	550	330	415
15.	37	780	600	405	515
16.	44	680	650	375	425
17.	57	720	600	325	325
18.	48	830	550	255	225
19.	52	775	500	215	165
20.	59	975	550	165	105

Приклад розв'язання задачі

Опір ізоляції погіршеної якості, $R_{із}$ кОм	Опір шкіри поверхні людини, $R_{шк}$ Ом	Опір внутрішніх тканин організму, $R_{вн}$ Ом	Опір взуття, $R_{вз}$ Ом	Опір підлоги на площі, що дорівнює поверхні ступнів ніг, $R_{п}$ Ом
15	1000	600	200	125

1. Знайдемо загальний опір людини при протіканні струму по контуру рука-нога. Схема заміщення опору тіла людини для випадку протікання струму за шляхом рука - нога показана рис. 8.2.

Величини цих опорів змінюються у широких межах. Наприклад, $R_{шк}$, R_p сильно залежать від вологості: R_p становить 200 - 300 Ом, якщо шкіра волога (при рішенні задач R_p приймаємо = 300 Ом), і десятки тисяч Ом при сухій шкірі.

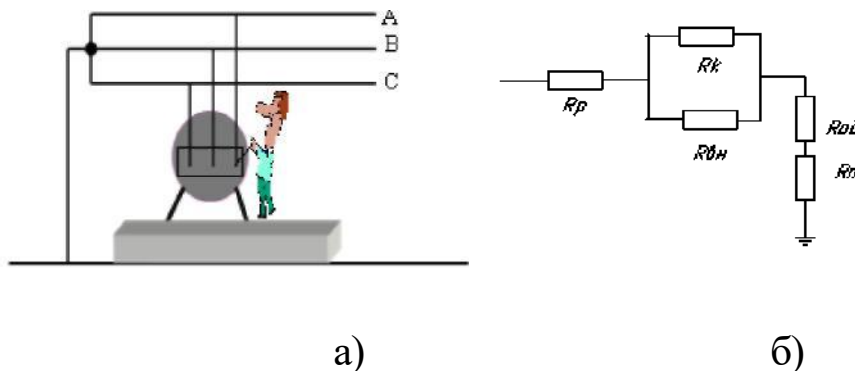


Рис. 8.2 – Схеми дотику (а) та заміщення опору людини (б)

R_p - опір шкіри на руці у місці контакту;

$R_{шк}$ - опір шкіри поверхні тіла;

$R_{вн}$ - опір внутрішніх тканин організму;

$R_{вз}$ - опір взуття;

$R_{п}$ - опір підлоги на площі, що дорівнює поверхні ступнів ніг.

Опір внутрішніх тканин організму становить 500–1000 Ом.

Опір паралельного ланцюга R_k , $R_{вн}$ дорівнює:

$$R_1 = \frac{R_{шк} \cdot R_{вн}}{R_{шк} + R_{вн}} = \frac{1000 \cdot 600}{1000 + 600} = 375 \text{ Ом} \quad (8.2)$$

Опір підлоги залежить від матеріалу, вологості, наявності забруднень. Так, опір бетонної підлоги R_n на площі, що дорівнює поверхні

ступнів ніг, становить: сухого - 2 МОм, сирого - 200 Ом, покритого водою з лугом - 10 Ом.

Опір взуття залежить від його виду (гумова, шкіряна), вологості та прикладеної напруги. Орієнтовно можна вважати, що опір сухого взуття $R_{\text{вз}}$ лежить у межах 100...500 Ом, сирого – 0,5...1,5 Ом.

При зазначених величинах опорів найменша величина загального опору людини:

Рука-нога-підлога:

$$R_{\text{л}} = R_{\text{р}} + R_1 + R_{\text{вз}} + R_{\text{н}} = 300 + 375 + 200 + 125 = 1000 \text{ Ом} \quad (8.3)$$

Рука-рука:

$$R_{\text{л}} = R_{\text{р}} + R_1 + R_{\text{р}} = 300 + 375 + 300 = 975 \text{ Ом} \quad (8.4)$$

Проте в реальних умовах опір може бути і меншою величиною. Щоправда, за сприятливого збігу обставин опір людини може досягти величини 40000–100000 Ом.

2. При випадковому торканні оголеного фазного затиску (рука-нога-підлога) людина потрапляє під фазну напругу і сила струму, що проходить через неї, дорівнює:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{л}}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А} \quad (8.5)$$

Порівняти отримані значення струму з табличними даними (таблиця 8.1) і спрогнозувати потенційну небезпеку для людини в кожному з випадків: оцінити, чи є отриманий струм безпечним, і за яких умов; визначити можливі наслідки впливу струму на людину, включаючи час, протягом якого струм може бути безпечним; описати потенційні фізіологічні реакції людини на вплив струму, такі як біль, параліч м'язів, утруднене дихання.

Приклад аналізу: "Струм такої величини безпечний тільки, якщо час його протікання через людину не більше 0,2 с (таку швидкість відключення може забезпечити автоматичний захист). При більш тривалому впливові такий струм смертельний. Самостійне звільнення від такого струму виключено. Струм викликає сильні болі; руки паралізуються миттєво, відірвати їх від електродів неможливо; дихання утруднене."

3. При замиканні двох затискачів (рука-рука) людина потрапляє під лінійну напругу і сила струму, що проходить через людину, складе:

$$I_{л} = \frac{U_{л}}{R_{л}} = \frac{380}{975} = 0,39 A \quad (8.6)$$

Порівняти отримані значення струму з табличними даними (таблиця 8.1)

4. При дотику до дроту із справною ізоляцією:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + R_{из}} = \frac{220}{1000 + 500000} = 0,4 \cdot 10^{-3} A$$

Порівняти отримані значення струму з табличними даними (таблиця 8.1)

5. При дотику до дроту із погіршеною ізоляцією:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + R_{из}} = \frac{220}{1000 + 15000} = 14 \cdot 10^{-3} A$$

Порівняти отримані значення струму з табличними даними (таблиця 8.1)

Висновок. На основі отриманих результатів, розробити рекомендації щодо заходів захисту від ураження електричним струмом для кожного з випадків.

Контрольні питання:

1. Фактори, що визначають небезпеку ураження людини електрострумом.
2. Що таке напруга дотику?
3. Умова ураження людини електрострумом.

2. Ураження кроковою напругою

Повалені стовпи лінії електропередачі, або просто обірвані дроти, що лежать на землі, можуть стати джерелом крокової напруги.

Напруга кроку – це напруга між точками землі, обумовлена розтіканням струму замикання на землю при одночасному торканні їх ногами людини. Чисельно напруга кроку дорівнює різниці потенціалів точок, у яких перебувають ноги людини.

Чинники, що впливають на величину крокової напруги:

- довжина кроку;
- питомий опір ґрунту;
- сила струму, що протікає.

При стіканні струму від проводу в землю відбувається процес розтікання струму і зниження потенціалу. Людина, рухаючись по полю розтікання струму, може потрапити під крокову напругу (рис. 8.3).

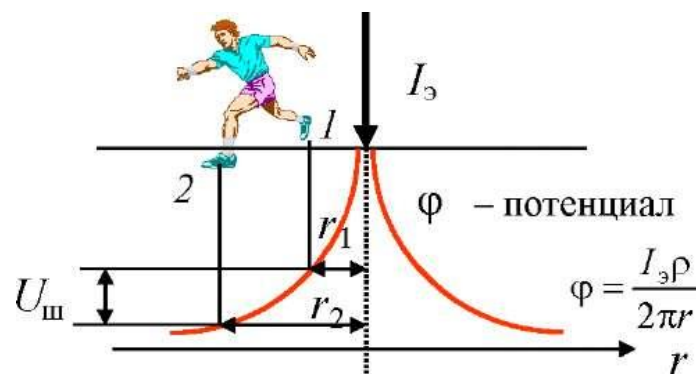


Рис. 8.3 – Крокова напруга

Напруга між двома точками на поверхні землі дорівнює різниці потенціалів точок 1 і 2:

$$U_{1-2} = \varphi_{r1} - \varphi_{r2} \quad (8.8)$$

Розраховані значення відповідають кроковій напрузі

$$U_{ш} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r_1} - \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r_2} = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \left(\frac{r_2 - r_1}{r_2 \cdot r_1} \right) \quad (8.9)$$

Струм, що проходить через людину:

$$I_h = \frac{U_{\text{крок}}}{R_h + 2R_{\text{вз}}}} \quad (8.10)$$

де R_h – опір тіла людини, Ом; $R_{\text{вз}}$ – опір взуття, Ом.

З характеру кривої зниження потенціалу видно, що крокова напруга зменшується в міру віддалення від заземлювача і збільшується при наближенні до нього.

Зазвичай крокова напруга менша, ніж напруга дотику, проте, є ряд випадків ураження людей кроковою напругою, особливо у високовольтних лініях. При дії струму в ногах з'являються судоми і людина найчастіше падає. В результаті ланцюг струму замикається вздовж його тіла через дихальні м'язи і серце, причому людина замикає точки з більшою різницею потенціалів, так як відстань між точками збільшується до розмірів росту людини. Виходити із зони розтікання струму треба стрибками на одній нозі або переставляючи з'єднані разом ступні з носків на п'яти.

Правила переміщення у зоні «крокової» напруги.

- Не можна наближатися бігом або звичайним кроком до лежачого дроту чи людини на землі!
- Не можна відривати підошви від поверхні землі і робити широкі кроки! Пересуватися слід лише «гусячим кроком» - п'ята крокуючої ноги, не відриваючись від землі, приставляється до носка іншої ноги.
- Неприпустимо торкатися потерпілого або металевих предметів без попереднього знеструмлення!
- Необхідно якнайшвидше відключити електрику за допомогою вимикача, рубильника, вийняти вилку з розетки тощо.

При розташуванні однієї ноги людини на відстані x від заземлювача та ширині кроку $x_{ш}$ (зазвичай приймається $x_{ш} = 0,8$ м)

$$U_{\text{крок}} = \frac{I_z \cdot \rho \cdot x_{ш}}{2\pi \cdot x(x + x_{ш})}, \text{ В} \quad (8.11)$$

Задача 8.2. Оцінити небезпеку наближення до місця нещасного випадку (людина лежить на землі в місці падіння обірваного електричного дроту на землю) на відстані $x_1=10$ м и $x_2=1$ м. Електрична мережа напругою $U=380/220$ В із заземленою нейтраллю трансформатора, опір робочого заземлення нейтралі $R_{зaz}=4$ Ом. Опір розтіканню струму в місці замикання дроту на землю R_p та питомий опір ґрунту ρ (за варіантами) наведено у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Вибір завдання для оцінки небезпеки наближення до місця падіння електричного дроту

Варі- ант	Опір розті- канню струму R_p , Ом	Питомий опір ґрунту ρ , Ом-м	Варі- ант	Опір розті- канню струму R_p , Ом	Питомий опір гру- нту ρ , Ом-м
1	18	80	11	17	85
2	19	100	12	18,5	115
3	20	120	13	19,5	125
4	21	140	14	20,5	145
5	22	160	15	21,5	165
6	18	180	16	19,5	185
7	21	200	17	22,5	205
8	22	220	18	25	225
9	23	240	19	23,5	245
10	24	260	20	24,5	265

Вказівки до розв'язання задачі

1. Розрахувати струм однофазного замикання на землю $I_{\text{заз}}$, А за формулою:

$$I_{\text{заз}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{заз}} + R_p} \quad (8.12)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, В. $U_{\phi}=220$ В.

2. Визначити крокову напругу $U_{\text{крок}}$, В при знаходженні людини на відстані $X_1=10$ м від місця замикання дроту на землю:

$$U_{\text{крок}} = \frac{I_z \cdot \rho \cdot a}{2\pi \cdot x_1 (x_1 + a)} \quad (8.13)$$

де $a=0,8$ м (відстань кроку).

3. Аналогічно визначити крокову напругу на відстані $x_2=1$ м від точки замикання дроту на землю.

4. Аналогічно визначити крокову напругу на відстані 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 м від місця замикання струму на землю. Побудувати графік залежності напруги кроку від відстані (рис. 8.4).

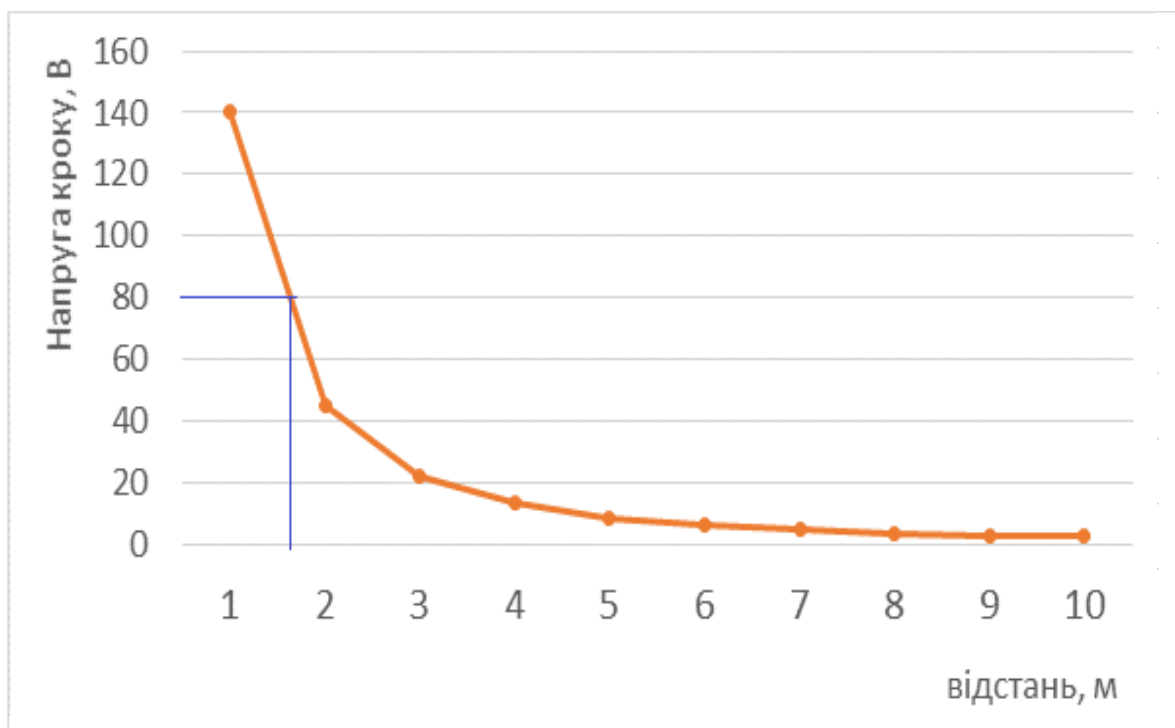


Рис. 8.4 – Приклад побудови графіку «Залежність крокової напруги від відстані до заземлювача»

5. На підставі розрахункових даних оцінити небезпеку наближення до місця замикання, якщо допустима крокова напруга вважається $U_{\text{кр. доп.}} = 80 \text{ В}$.

6. Описати способи надання допомоги потерпілому.

Контрольні питання:

1. Як тривалість струму впливає на ступінь ураження електричним струмом?
2. Як шлях проходження струму впливає на ступінь ураження людини електричним струмом?
3. Як можна звільнити людину від дії електричного струму?

3. Дослідження стану захисного заземлення за допомогою амперметра-вольтметра

Захисне заземлення, як правило, конструктивно виконується у вигляді кількох вертикальних стрижневих заземлювачів, заглиблених у землю деяку глибину і з'єднаних горизонтальною лінією. Опір заземлення необхідно періодично контролювати, оскільки внаслідок корозії заземлювачів або їх механічного пошкодження опір може перевищити допустиму величину. Контроль слід проводити перед введенням заземлення в експлуатацію і щорічно у разі пересихання та замерзання ґрунту. Опір захисного заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Вимір опору заземлювачів може бути проведено різними засобами. Найбільш поширений - методом ампер-вольтметра, суть якого полягає в наступному (рис. 8.5)

а) допоміжний заземлювач B та зонд $З$ встановлюють на такій відстані один від одного та від контрольованого заземлювального пристрою R_x , щоб їх поля розтікання не накладалися;

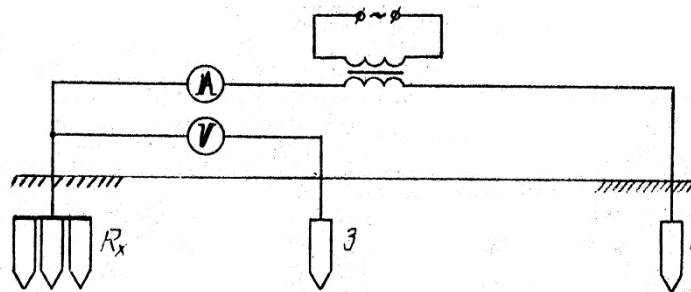
б) вольтметром V , увімкненим між заземлюючим пристроєм R_x та зондом $З$, вимірюють падіння напруги U на контрольованому заземлюючому пристрої;

в) амперметром A , включеним у ланцюг заземлювачів, вимірюють струм розтікання I ;

г) опір заземлювального пристрою визначають за формулою:

$$R_x = \frac{U}{I}. \quad (8.14)$$

Рис. 8.5. Схема вимірювання опору заземлювального пристрою



Для виконання роботи необхідно обрати варіант завдання (табл. 8.5), відповідно до якого вибрати варіант характеристики ґрунту (табл. 8.6) та кліматичної зони (табл. 8.7).

Таблиця 8.5 – Варіанти розрахункового завдання

Варіант	грунт	Номер кліматичної зони	Допустимий опір заземлювач, Ом
1	Глина	1	2
2	Суглинок	2	3
3	Чорнозем	3	4
4	Глина	4	1
5	Суглинок	1	4
6	Чорнозем	2	3
7	Глина	3	4
8	Суглинок	4	3,5
9	Чорнозем	1	2
10	Глина	2	3
11	Глина	1	3
12	Суглинок	2	2
13	Чорнозем	3	3
14	Глина	4	4
15	Суглинок	1	3
16	Чорнозем	2	1
17	Глина	3	2
18	Суглинок	4	4
19	Чорнозем	1	3
20	Глина	2	1,5

Таблиця 8.6 – Питомий опір ґрунту

Ґрунт	Питомий опір ґрунту, Ом·м
Глина	40
Суглинок	100
Чорнозем	20

Таблиця 8.7 – Характеристика кліматичних зон

Характеристика кліматичної зони	Кліматичні зони			
	1	2	3	4
Середня багаторічна низька температура ⁰	от-20 до -15	от-14 до-10	от -10 до 0	от 0 до +5
Тривалість замерзання підземних вод, днів	190-170	150	100	0
Коефіцієнт сезонності для вертикального електрода, довжиною 3 м	1.7	1.5	1.3	1.1

Вказівки щодо виконання розрахункового завдання

Задача 8.3. Проектування захисного заземлення. Насамперед, необхідно відповідно до варіанту завдання визначити розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{ґрун}}$

$$\rho_{\text{ґрун}} = \rho \cdot \phi, \quad (8.15)$$

де ρ – питомий опір ґрунту (табл. 8.6); ϕ – коефіцієнт сезонності (табл. 8.7).

Розрахувати опір одиночного трубчастого заземлювача

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{ґрун}}}{2\pi \times l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right) \quad (8.16)$$

де l , d – довжина та діаметр заземлювача відповідно, l приймаємо 3 м, а d – дорівнює 0,05 м;

H – відстань від поверхні землі до середини заземлювача.

Відстань H визначається за формулою:

$$H = h + l/2, \quad (8.17)$$

де h – відстань від заземлювача до поверхні землі, у розрахунках приймається рівною 0,8 м.

Кількість паралельно з'єднаних заземлювачів, необхідних для отримання допустимого значення опору заземлення, не враховуючи опору сполучної лінії, буде дорівнювати:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{дон}} \eta}, \quad (8.18)$$

де $R_{\text{дон}}$ – найбільший допустимий опір заземлювального пристрою відповідно до варіанта завдання;

η – коефіцієнт використання групового заземлювача, який визначається як відношення дійсної провідності заземлювача до його провідності у разі нескінченно великих відстаней між його електродами (табл. 8.8):

Формула 8.18 показує, що ми маємо задачу із двома невідомими величинами: n та η . Тому далі задачу розв'язувати треба методом підбору. Слід вибрати n , виконати розрахунок та порівняти опір всього заземлюючого пристрою із допустимим опором. Тоді можна зробити висновок про вірний вибір кількості заземлювачів або вибрати іншу кількість і зробити перерахунок.

Розрахунок за цією формулою необхідно проводити методом послідовних наближень, враховуючи, що початкове значення η може бути не менше двох.

Таблиця 8.8 - Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (заземлювачі розміщені за контуром)

Кількість заземлювачів	2	4	6	10	20	40	60	100
Коефіцієнт використання, η	0.77	0.69	0.61	0.55	0.47	0.41	0.39	0.36

Якщо кількість заземлювачів знаходиться між табличними значеннями, коефіцієнт використання слід прийняти за більшим значенням.

Довжина сполучної горизонтальної лінії дорівнює:

$$l = a(n - 1), \quad (8.19)$$

де a – відстань між вертикальними заземлювачами, $a = 3$ м.

Опір сполучної лінії дорівнює:

$$R_n = \frac{\rho_{\text{грун}}}{2\pi \cdot l} \ln \frac{2l^2}{d \cdot h}, \quad (8.20)$$

де d – еквівалентний діаметр сполучної лінії шириною b , у розрахунках прийняти $d = 0,95 \cdot b$ при $b = 15$ см;

h – глибина залягання лінії, прийняти $h = 0,8$ м.

Опір всього заземлювального пристрою (з урахуванням сполучної лінії) R визначається за формулою

$$R = \frac{R_0 \cdot R_n}{R_0 \cdot \eta_n + R_n \cdot n \cdot \eta}, \quad (8.21)$$

де η_n – коефіцієнт використання сполучної лінії (табл. 8.9).

Таблиця 8.9 - Коефіцієнт використання сполучної лінії (заземлювачі розміщені за контуром)

Кількість заземлювачів	2	4	6	10	20	40	60	100
Коефіцієнт використання, η_n	1	0.45	0.40	0.34	0.27	0.22	0.20	0.18

Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати допустимого значення (табл. 8.5).

Зробити висновок про можливість експлуатації заземлювального пристрою, розрахунок якого було зроблено.

Практична робота № 9

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Мета роботи – формування достатнього рівня знань та умінь оцінки пожежної небезпеки технологічних процесів виробництв, розробки заходів пожежної безпеки, визначення категорії приміщень, будинків.

Завдання:

- оволодіння навичками інженерних розрахунків систем протипожежного захисту технологічних процесів виробництв.
- виконати інженерні розрахунки для визначення часу евакуації людей з будівлі у разі пожежі, а також розробити ефективні протипожежні заходи на основі отриманих результатів.
- здійснити розрахунок концентраційної межі, при якій можливе поширення полум'я, з метою визначення зон підвищеного ризику та запобігання виникненню пожеж.
- визначити час утворення вибухо- та пожежонебезпечної концентрації бензину у разі його пролиття та випаровування, що дозволить вжити відповідні запобіжні заходи та підвищити рівень безпеки на виробництві.

Зміст роботи

Пожежа - неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розвивається в часі і просторі.

Основні причини пожеж на виробництві:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв і порушення правил їхнього монтажу й експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів і порушення правил їхньої експлуатації;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Горіння - складний фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини й окислювача, який супроводжується виділенням тепла та випромінюванням світла.

Класифікація приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною безпекою

Класифікація приміщень, будівель за вибухопожежною і пожежною, а також класифікація пожеж наведені відповідно у табл. 9.1 і 9.2.

Таблиця 9.1 - Характеристика приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) в приміщенні
А Вибухо- пожежо- небез- печна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху $\leq 28^{\circ}\text{C}$ у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається надлишковий тиск вибуху в приміщенні ≤ 5 кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем або одне з одним у такій кількості, що надлишковий тиск вибуху в приміщенні ≤ 5 кПа
Б Вибухо- пожежо- небез- печна	Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху $> 28^{\circ}\text{C}$, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні суміші або пароповітряні, при спалахуванні яких розвивається надлишковий тиск вибуху в приміщенні ≤ 5 кПа
В Пожежо- небез- печна	Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем або одне з одним горіти, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А та Б
Г	Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д	Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких знаходяться ГР в системах машин, охолодження та гідроприводу устаткування, в яких не більше 60 кг в одиниці устаткування при тиску не більше 0,2 мПа, кабелі електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях

Таблиця 9.2 – Класифікація пожеж

Клас пожежі	Характеристика спалимого середовища або об'єкта
A	Звичайні тверді горючі речовини (деревина, вугілля, папір, гума, тканини тощо)
B	Горючі рідини та матеріали, які плавляться при нагріванні (бензин, дизпаливо, мастила, лаки, мазут, каучук, синтетичні матеріали тощо)
C	Горючі гази (ацетилен, водень, природний газ, вуглеводні тощо)
D	Метали та їхні сплави (калій, натрій, магній, алюміній, титан тощо)
E	Електроустаткування під напругою

Способи припинення горіння:

- припинення доступу окислювача у зону горіння;
- охолодження зони горіння;
- розведення горючих речовин негорючими;
- інтенсивне гальмування швидкості реакції горіння;
- механічний зрив полум'я сильним струменем газу або води;
- придушення горіння за допомогою вибуху.

Порядок виконання роботи

1. Розрахунок часу евакуації людей при пожежі

Задача 9.1. Розрахувати ширину проходів та сходових маршів, а також загальний час евакуації людей з виробничого приміщення, якщо найвіддаленіше робоче місце знаходиться на відстані 240 метрів. Шлях руху людського потоку складається із двох ділянок: горизонтального і сходового прольоту вниз, із співвідношенням довжин 5:1. Ступінь вогнестійкості будівлі – I. Швидкість V та інтенсивність руху потоку g визначити згідно зі заданою щільністю потоку. Вихідні дані до задачі див. у табл. 9.3.

Вказівки до розв'язання задачі

Розрахунковий час евакуації людей з приміщень та будівель встановлюється за розрахунком часу руху одного або кількох людських потоків через евакуаційні виходи від найбільш віддалених місць розміщення людей.

Таблиця 9.3 – Дані про кількість працюючих та щільність людського потоку

Номер варіанта	Щільність потоку D	Чисельність працівників N, осіб
1	0,40	1200
2	0,70	3000
3	0,40	1300
4	0,70	3500
5	0,50	2000
6	0,60	2500
7	0,50	1800
8	0,60	2200
9	0,50	1500
10	0,30	900
11	0,40	1100
12	0,70	2700
13	0,40	1250
14	0,70	3200
15	0,50	2200
16	0,60	2300
17	0,50	1600
18	0,60	2100
19	0,50	1650
20	0,30	970

1. Ширина першої ділянки (коридора) шляху δ_1 може бути розрахована виходячи із визначення щільності людського потоку:

$$\delta_1 = \frac{N \cdot f}{l \cdot D} \quad (9.1)$$

де f – площа горизонтальної проекції людини (прийняти 0,1 м²).

Таблиця 9.4. Площа горизонтальної проекції людини

Категорія людей	дорослий	Дорослий у зимовому одязі	Підліток
Середня площа горизонтальної проекції, м ²	0,1	0,125	0,07

2. Ширина другої ділянки (сходини вниз) розраховується за співвідношенням:

$$g_1 \delta_1 = g_2 \delta_2 \quad (9.2)$$

де δ_1, δ_2 – ширина першої (коридору) та другої (сходи вниз) ділянок евакуації;

де g_1, g_2 – інтенсивність руху горизонтальною ділянкою та сходами вниз (табл. 9.5)

3. Час евакуації визначається як сума часу руху потоку по окремих ділянках руху:

$$t = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} \quad (9.3)$$

Таблиця 9.5 – Інтенсивність g та швидкість руху людського потоку V на різних ділянках шляхів евакуації залежно від щільності

Щільність потоку D , $\text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний отвір, інтенсивність g , $\text{м}/\text{хв}$	Сходи вниз		Сходи вверх	
	Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність g , $\text{м}/\text{хв}$		Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність g , $\text{м}/\text{хв}$	Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність g , $\text{м}/\text{хв}$
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,10	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,20	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 та більше	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

4. При розрахунках щільності людського потоку та часу евакуації на другій ділянці слід пам'ятати, що її довжина становить шосту частину відстані до найбільш віддаленого робочого місця.

За табл. 9.6 знаходимо допустимий час евакуації. Перевіряємо умову безпеки: $t \leq t_{\text{доп}}$. Зробити висновок (використовуючи табл. 9.6), якщо враховувати, що всі працівники зібралися у залі для зборів, загальний обсяг будівлі складає 20 тис м³.

Таблиця 9.6 – Нормований час евакуації під час пожеж

Найменування приміщень	Час евакуації ($t_{\text{п.о.з.}}$), хв, з приміщень будівель I та II ступеня вогнестійкості при обсязі приміщення, тис. м ³ ($t_{\text{доп}}$)				
	До 5	10	20	40	60
Зали для глядачів у театрах, клубах, будинках культури та ін.	1,5	2	2,5	2,5	-
Глядацькі, концертні, лекційні зали та зали зборів, виступів, зали та ін. зали без сцени (кінотеатри, криті спортивні споруди, їдальні)	2	3	3,5	4	4,5
Торгові зали універсальних магазинів	1,5	2	2,5	2,5	-

Примітка. Необхідний час евакуації людей із приміщення виробничих будівель I, II ступеня вогнестійкості приймається за 100%. Для будівель III, IV ступеня вогнестійкості вказаний необхідний час евакуації людей зменшується на 30%, а для будівель V ступеня вогнестійкості – на 50%.

2. Визначення меж вибуху газу

Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я - мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші в окислювальному середовищі, при якому можливе поширення полум'я із суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Температурні межі поширення полум'я – такі температури речовини, при яких її насичена пара утворює в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють, відповідно, нижній (нижня температурна межа) і верхній (верхня температурна межа) концентраційним

межам поширення полум'я.

Температурні умови теплового самозаймання - залежність між температурою навколишнього середовища, кількістю речовини (матеріалу) і часом до її самозаймання.

Нижні та верхні концентраційні межі вибуху паро- та газоповітряних сумішей визначають за формулою

$$H = \frac{100}{\frac{A}{a} + \frac{B}{b} + K + \frac{N}{n}} \quad (9.4)$$

де A, B, N – концентрації горючих компонентів,
 a, b, n – межі вибуховості (з таблиці 9.7)

Нижня та верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я застосовується при категорюванні приміщень та будівель з вибухопожежної та пожежної небезпеки, для аналізу ризику аварії та оцінки можливої шкоди, при розробці заходів щодо запобігання пожежам та вибухам у технологічному обладнанні.

Задача 9.2. Визначити нижню та верхню межі вибуховості газової суміші. Вихідні дані у таблиці 9.7.

Таблиця 9.7 – Вихідні дані до задачі 9.2

Варіант	Склад газу
1	Пропан (C ₃ H ₈) - 93%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 4%, Етан (C ₂ H ₆) - 2%, Етилен (C ₂ H ₄) - 1%
2	Метан (CH ₄) - 80%, Етан (C ₂ H ₆) - 10%, Пропан (C ₃ H ₈) - 5%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 5%
3	Метан (CH ₄) - 93%, Етан (C ₂ H ₆) - 5.7%, Пропан (C ₃ H ₈) - 0.7%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 0.6%
4	Метан (CH ₄) - 87%, Етан (C ₂ H ₆) - 7%, Пропан (C ₃ H ₈) - 4%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 2%
5	Метан (CH ₄) - 85%, Етан (C ₂ H ₆) - 12%, Пропан (C ₃ H ₈) - 2%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 1%
6	Метан (CH ₄) - 50%, Етан (C ₂ H ₆) - 25%, Пропан (C ₃ H ₈) - 15%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 10%
7	Метан (CH ₄) - 60%, Етан (C ₂ H ₆) - 20%, Пропан (C ₃ H ₈) - 15%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 5%
8	Метан (CH ₄) - 70%, Етан (C ₂ H ₆) - 15%, Пропан (C ₃ H ₈) - 10%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 5%

9	Метан (CH ₄) - 75%, Етан (C ₂ H ₆) - 10%, Пропан (C ₃ H ₈) - 10%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 5%
10	Метан (CH ₄) - 78%, Етан (C ₂ H ₆) - 9%, Пропан (C ₃ H ₈) - 8%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 5%
11	Метан (CH ₄) - 82%, Етан (C ₂ H ₆) - 8%, Пропан (C ₃ H ₈) - 7%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 3%
12	Метан (CH ₄) - 88%, Етан (C ₂ H ₆) - 6%, Пропан (C ₃ H ₈) - 4%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 2%
13	Метан (CH ₄) - 90%, Етан (C ₂ H ₆) - 5%, Пропан (C ₃ H ₈) - 4%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 1%
14	Метан (CH ₄) - 92%, Етан (C ₂ H ₆) - 4%, Пропан (C ₃ H ₈) - 3%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 1%
15	Метан (CH ₄) - 94%, Етан (C ₂ H ₆) - 3%, Пропан (C ₃ H ₈) - 2%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 1%
16	Метан (CH ₄) - 96%, Етан (C ₂ H ₆) - 2%, Пропан (C ₃ H ₈) - 1%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 1%
17	Метан (CH ₄) - 97%, Етан (C ₂ H ₆) - 1.5%, Пропан (C ₃ H ₈) - 1%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 0,5%
18	Метан (CH ₄) - 98%, Етан (C ₂ H ₆) - 1%, Пропан (C ₃ H ₈) - 0.5%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 0.5%
19	Метан (CH ₄) - 99%, Етан (C ₂ H ₆) - 0.5%, Пропан (C ₃ H ₈) - 0.3%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 0.2%
20	Метан (CH ₄) - 100%, Етан (C ₂ H ₆) - 0%, Пропан (C ₃ H ₈) - 0%, Бутан (C ₄ H ₁₀) - 0%

Приклад розв'язування задачі

Розрахунок слід виконувати за формулою 9.4. Необхідні дані взяти із табл. 9.7.

Приклад: Визначити концентраційні межі поширення полум'я горючої суміші, що складається з 40% пропану, 50% бутану та 10% етилену.

Концентраційні межі поширення полум'я окремих компонентів беруться із довідників (табл. 9.8).

За розрахунками:

$$НKK = \frac{100}{\frac{40}{2,3} + \frac{50}{1,6} + \frac{10}{3,0}} = 1,9\%$$

$$BKM = \frac{100}{\frac{40}{9,5} + \frac{50}{8,5} + \frac{10}{34,0}} = 9,6\%$$

Таблиця 9.8 – Температура самозаймання та межі вибуховості різних газів

Газ	Формула	Температуру самозаймання, °С	Межа вибуховості			
			нижня		верхня	
			% за об'ємом	мг/л	% за об'ємом	мг/л
Аміак	N ₄ H ₃	651	16,0	111,2	27,0	187,7
Ацетилен	C ₂ H ₂	335	3,5	37,2	82,0	870,0
Бутан	C ₄ H ₁₀	490	1,6	38,0	8,5	201,5
Водень	H ₂	530	4,15	3,45	75,0	62,5
Метан	CH ₄	550	5,0	32,6	16,0	104,2
Окис карбону	CO	610	12,8	145,0	75,0	850,0
Пропан	C ₃ H ₈	530	2,3	41,5	9,5	170,5
Етан	C ₂ H ₆	540	3,0	36,1	15,0	180,5
Етилен	C ₂ H ₄		3,0	34,8	34,0	392,0

3. Оцінка пожежонебезпеки приміщення.

Розрахунок часу утворення вибухонебезпечної концентрації.

Задача 9.3. На бетонну підлогу приміщення об'ємом V^1 м³ пролито V^* л бензину, утворилася калюжа діаметром d м. Температура у приміщенні t °С, атмосферний тиск - 0,1 МПа (760 мм. рт.ст.).

Визначити час, необхідний для випаровування бензину та утворення вибухонебезпечної концентрації. Скласти рекомендації щодо забезпечення пожежної безпеки. Вихідні дані до вирішення задачі прийняти з таблиці 9.9:

Таблиця 9.9 – Вихідні дані до розв'язання задачі

№ варіанту	Об'єм приміщення, м ³ (V ¹)	Кількість пролитого бензину, л (V*)	Діаметр поверхні випаровування, d м	Температура повітря у приміщенні, °С (t)
1	10	1,5	1,6	24
2	50	2	1,4	26
3	100	3	2	28
4	75	2,5	1,7	18
5	90	2	1,4	19
6	65	1,5	1,8	20
7	200	5	1,9	21
8	150	9	2	22
9	140	10	3,5	23
10	130	6	2,5	18
11	15	1,7	1,8	24
12	55	2,2	2,0	26
13	105	3,3	2,5	28
14	70	2,7	1,9	18
15	95	2,3	1,6	19
16	69	1,8	1,9	20
17	150	5,5	2,7	21
18	160	9,5	4	22
19	155	10,5	4,5	23
20	135	6,6	3,0	18

Вказівки до розв'язання задачі

Інтенсивність випаровування бензину визначається за формулою (m, г/ч):

$$m = 4 \cdot r \cdot D \cdot \frac{M}{1000 \cdot V_t} \cdot \frac{P_{нас}}{B} \quad (9.5)$$

де r — радіус поверхні випаровування рідини, см;

D — коефіцієнт дифузії парів бензину, см²/с;

$M = 96$ — молекулярна вага бензину,

V_t — обсяг грам-молекули парів бензину за температури 20° С, л;

$P_{нас}$ — тиск насиченої пари бензину, Па ($P_{нас} = 0,014$ МПа);

B — атмосферний тиск, Па.

Коефіцієнт дифузії парів бензину за певної температури розраховується за формулою:

$$D = D_0 \cdot \frac{273+t}{273} \quad (9.6)$$

де D_0 – коефіцієнт дифузії парів бензину при 0° та тиску 0,1 МПа, см²/с.

$$D_0 = \frac{0,82}{\sqrt{M}} \quad (9.7)$$

Об'єм грам-молекули парів бензину при температурі t визначається за такою формулою:

$$V_t = V_0 \frac{273+t}{273} \quad (9.8)$$

де $V_0 = 22,4$ л – обсяг грам-молекули парів при 0° і тиску 0,1 МПа.

Тепер легко розрахувати інтенсивність випаровування бензину m .

Тривалість випаровування V^* л бензину складе:

$$\tau(\text{час}) = \frac{1000 \cdot V^* \cdot \rho_{\text{бенз}}}{m \cdot 3600} \quad (9.9)$$

де $\rho_{\text{бенз}}$ – щільність бензину – 0,73 г/см³.

Нижня межа вибуховості парів бензину за обсягом $K_{об}=0,76\%$, що відповідає наступній ваговій концентрації при $t = 20^\circ\text{C}$:

$$K_{\text{вес}} = \frac{K_{об} \cdot M \cdot 10}{V_t} \text{ мг/л} \quad (9.10)$$

Вибухонебезпечна концентрація може утворитися в обсязі повітря:

$$V_g(\text{м}^3) = \frac{V^*(\text{л}) \rho(\text{г/см}^3) \cdot 1000}{K_{\text{вес}}} \quad (9.11)$$

Вибухонебезпечна концентрація в об'ємі V_1 м³ повітря може утворитися через

$$T(\text{мин}) = \frac{V^1 \cdot 60}{V_g} \quad (9.12)$$

4. Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників

Вогнегасник – технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Вогнегасник загального призначення – елемент протипожежного захисту об'єкта, призначений для ліквідації пожеж класів А, В, С, Е на початковій стадії їх розвитку.

Вогнегасник спеціального призначення – елемент протипожежного захисту об'єкта, призначений для ліквідації пожеж класів D, F на початковій стадії їх розвитку та протипожежного захисту об'єкта зі специфічними умовами експлуатації та (або) особливостями пожежної небезпеки виробництва.

Відповідно до правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників всі пожежі поділяють на класи: А, В, С, D, F, та електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В (далі – Е) (табл. 9.2).

клас А – горіння звичайних твердих горючих матеріалів (дерево, папір, текстильні матеріали тощо), яке супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;

клас В – горіння рідин й матеріалів, що плавляться при нагріванні (мазут, бензин, лаки, масла, спирт, стеарин, каучук, деякі синтетичні матеріали тощо) (підклас В1) і не розчиняються у воді (підклас В2);

клас С – горіння горючих газів (водень, ацетилен, вуглеводні тощо);

клас D – горіння легких металів, за винятком лужних (підклас D1), лужних (підклас D2) і металовмісних сполук (підклас D3);

клас F – горіння речовин, які використовуються для приготування їжі (рослинних і тваринних жирів) і містяться в кухонних приладах;

клас Е – пожежі пов'язані з горінням електроустановок.

За видом застосовуваної вогнегасної речовини вогнегасники можуть бути таких типів:

ВВ – вогнегасник водяний;

ВВП – вогнегасник водопінний;

ВВПА – пристрій вогнегасний водопінний аерозольний;

ВГ – вогнегасник газовий, у тому числі вуглекислотний (ВВК);
ВП – вогнегасник порошковий.

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в кілограмах (для ВВПА – в грамах), що міститься в його корпусі. Наприклад, ВП-5 – вогнегасник порошковий з масою вогнегасної речовини 5 кг.

Для вибору типу та необхідної кількості вогнегасників для оснащення об'єкта слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, характер їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також площу приміщень, будинків і споруд. Необхідну кількість вогнегасників визначають окремо для кожного поверху та приміщення об'єкта. Приміщення, у якому розміщено декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, оснащують вогнегасниками за нормами найбільш небезпечного виробництва. За наявності декількох приміщень з однаковою пожежною небезпекою необхідну кількість вогнегасників для їх захисту визначають згідно з нормами належності та з урахуванням загальної площі цих приміщень.

Під час вибору типу і необхідної кількості вогнегасників як елементів протипожежного захисту об'єкта слід також керуватися галузевими правилами пожежної безпеки, нормами технологічного проектування та іншими нормативно-правовими актами, що регламентують вимоги до оснащення об'єктів вогнегасниками.

Придатність переносних і пересувних вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації наведено в табл. 9.10 відповідно до правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників.

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

- 1) категорія виробничого та складського приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
- 2) клас можливої пожежі;
- 3) придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- 4) вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу за ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань», ДСТУ 3734-99 «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги»;
- 5) гранична площа, яку слід захистити.

Таблиця 9.10 – Придатність переносних і пересувних вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації

Тип вогнегасника	Перелік класів пожеж*						Діапазон температур експлуатації, не менше
	A	B	C	D	F	E	
Порошковий	+	+	+	+	-	+	від - 20 °С до + 50 °С, або від - 30 °С до + 50 °С, або від - 40 °С до + 50 °С, або від - 50 °С до + 50 °С
Водопінний	+	+	-	-	-	-**	від плюс 5 °С до + 50 °С, або від 0 °С до + 50 °С, або від - 10 °С до + 50 °С, або від - 20 °С до + 50 °С
Водяний	+	+***	-	-	+****	-**	від плюс 5 °С до + 50 °С, або від 0 °С до + 50 °С, або від - 10 °С до + 50 °С, або від - 20 °С до + 50 °С *****
Газовий	-	+	-	-	-	+	від мінус 20 °С до плюс 50 °С
<p>* Класи пожеж: А - горіння твердих речовин; В - горіння рідких речовин; С - горіння газоподібних речовин; D - горіння металів; F - горіння горючих речовин, таких як рослинні та тваринні олії і жири в обладнанні для приготування їжі.</p> <p>** Використання, небезпечне для життя людини.</p> <p>*** Для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.</p> <p>**** Для водяних вогнегасників із зарядом води з сольовими добавками, що забезпечує гасіння пожеж класу F.</p> <p>***** Для водяних вогнегасників із зарядом води з морозостійкими добавками.</p> <p>Знак “+” означає придатність вогнегасника для гасіння пожежі цього класу; знак “-” означає непридатність для гасіння пожежі цього класу.</p>							

Класи пожеж визначають відповідно до ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT). Категорія будинків, приміщень та зовнішніх установок виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою визначається відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

Якщо на об’єкті можливі осередки пожеж різних класів, слід обирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику. При виборі таких вогнегасників їх кількість має дорівнювати більшому значенню, що отримане

для кожного класу пожежі окремо. За потреби використання різних типів вогнегасників допускається здійснювати заміну одного типу на інший із забезпеченням рівності сумарної вогнегасної здатності за класом пожежі, характерної для цього об'єкта.

Об'єкти різного призначення оснащуються переносними вогнегасниками, перелік яких наведено в табл. 9.11. та пересувними вогнегасниками, перелік яких наведено в табл. 9.12.

Таблиця 9.11 –Перелік об'єктів різного призначення, які мають бути оснащені переносними вогнегасниками

№ з/п	Тип та позначення вогнегасника	Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками	
1	2	3	4
1	Водяний	ВВ-2*, ВВ-5, ВВ-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
		ВВ-9, ВВ-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні
2	Водопінний	ВВП-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
		ВВП-9, ВВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні
3	Газовий**	ВВК-1,4, ВВК-2	Громадські будинки та приміщення з наявністю оргтехніки, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств
		ВВК-3,5, ВВК-5	Громадські будинки, споруди та приміщення з наявністю оргтехніки, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств
4	Порошковий***	ВП-2, ВП-3, ВП-4	Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії
		ВП-5, ВП-6, ВП-9, ВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні

* Приміщення з наявністю горючих речовин, таких як рослинні та тваринні олії і жири в обладнанні для приготування їжі, додатково рекомендовано оснащувати водяними вогнегасниками ВВ-2, призначеними для гасіння пожеж класу F.

** Застереження щодо використання газових вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні необхідно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче гранично допустимого значення.

*** Порошкові вогнегасники слід використовувати після евакуації людей з приміщення.

Примітка: Додатково будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки, квартири багатоквартирних житлових будинків та будинки індивідуальної забудови, виробничі і складські будинки та приміщення промислових підприємств, гаражі та автомайстерні, кіоски та торговельні місця можуть оснащуватися ВВПА з масою заряду 400 г і більше.

Таблиця 9.12 – Перелік об'єктів різного призначення, які мають бути оснащені пересувними вогнегасниками

№ з/п	Тип та позначення вогнегасника		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
1	2	3	4
1	Водопінний	ВВП-50, ВВП-100, ВВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції
2	Газовий*	ВГ(ВВК)-14, ВГ(ВВК)-18, ВГ(ВВК)-28, ВВК-56	Споруди промислових підприємств та енергетичних об'єктів, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції
3	Порошковий**	ВП-20, ВП-50, ВП-100, ВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення, споруди промислових підприємств, гаражі та автомайстерні, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції

Будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Крім того, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше: на 20 м² площі

підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, коморах, електрощитових, вентиляційних камерах та інших технічних приміщеннях; на 50 м² площі підлоги в приміщеннях архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Приміщення, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносними газовими вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Для захисту квартир багатоквартирних житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати переносні вогнегасники з розрахунку один водяний (ВВ-5, ВВ-6), або водопінний (ВВП-6), або один порошковий (ВП-2, ВП-3) вогнегасник на одну квартиру або на один будинок індивідуальної забудови.

Для захисту приміщень, призначених для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі, слід використовувати переносні вогнегасники з можливістю гасіння пожежі класу F з розрахунку один вогнегасник на одне окреме робоче місце для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі.

Задача 9.4. Офісне приміщення розташоване в семиповерховій цегляній будівлі адміністративного призначення на третьому поверсі. Співробітники офісу – економісти і менеджери. Для забезпечення роботи в приміщенні є комп'ютери, принтери і ксерокс. Серед меблів в приміщенні є столи, стільці, шафи для зберігання документації та полки. Меблі виготовлені з ДСП. Освітлення приміщення здійснюється природним (через вікна) і штучним (люмінесцентні лампи ЛД-30) шляхом. Надайте рекомендації щодо типу та необхідної кількості вогнегасників для забезпечення пожежної безпеки в приміщенні.

Контрольні питання:

1. На підставі яких норм вибирають кількість первинних засобів пожежогасіння?
2. Якими методами можна домогтися припинення горіння?
3. Як встановити кількість потрібних первинних засобів пожежогасіння для виробничого приміщення?
4. У чому полягає принцип гасіння пожежі інертними газами?
5. Які горючі речовини не можна гасити водою?
6. У чому переваги і недоліки гасіння пожежі хімічною і повітряно-хімічною піною?
7. Які вогнегасники найбільш ефективні для гасіння різних нафтопродуктів, електрообладнання та цінних речей?

Практична робота № 10

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Мета роботи – ознайомитись з принципами планування заходів з охорони праці на підприємстві, навчитися розраховувати витрати підприємства на заходи з покращення умов праці

Завдання:

- ознайомитись з основними принципами планування заходів з охорони праці на підприємстві;
- з'ясувати поняття та призначення заходів з охорони праці;
- навчитись пояснювати організаційні та функціональні структури СУОП.

Зміст роботи

Функція планування має вирішальне значення в системі управління охороною праці (СУОП). Планування роботи з охорони праці поділяють на перспективне, поточне та оперативне. При цьому організація виконання планових заходів і робіт із забезпечення безпеки праці і функціонування СУОП полягає в чіткій регламентації обов'язків, порядку взаємодії, діяльності в цілому структурних підрозділів, функціональних служб, головних спеціалістів і окремих працівників організацій і підприємств.

Розглядаючи систему планування заходів з охорони праці з позицій ринкової економіки необхідно звернути увагу на економічні аспекти, оскільки здійснення таких заходів здійснює стимулюючий вплив як на економічні, так і на соціальні результати виробництва.

До позитивних економічних результатів впливу умов праці на людину слід віднести підвищення продуктивності праці, раціональне використання основних виробничих фондів. Сприятливі умови забезпечують підвищення продуктивності праці за рахунок як інтенсивних змін (скорочення витрат робочого часу на виробництво одиниці продукції), так і екстенсивних (збільшення ефективності використання робочого часу завдяки зниженню цілоденних втрат за тимчасовою непрацездатністю та виробничим травматизмом).

Зростання продуктивності праці супроводжується також досягненням високої якості виробленої продукції або послуг, а скорочення

витрат робочого часу сприяє зменшенню собівартості продукції. За даними досліджень, комплекс заходів з поліпшення умов праці може забезпечити приріст продуктивності праці на 15 – 20 %. Наприклад, нормалізація освітлення робочих місць збільшує продуктивність праці на 6 – 13 % та скорочує брак на 25 %. Раціональна організація робочого місця підвищує продуктивність праці на 21 %, а раціональне фарбування робочих приміщень – на 25 %.

Несприятливі умови призводять до зворотних результатів: різних форм та ступенів втомлюваності працівників, функціонального напруження організму. До негативних економічних результатів належать недоодержання додаткового продукту, затримка з уведенням нових фондів, непродуктивне споживання робочої сили, зниження продуктивності праці.

Розглядаючи механізм витрат підприємств на заходи щодо поліпшення умов та охорони праці, виділяють п'ять груп витрат (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 – Основні витрати на поліпшення умов та охорони праці на підприємстві

Група витрат	Назва витрат	Складові витрат
1	2	3
I	Відшкодування потерпілим унаслідок травм і професійних захворювань	Тимчасова непрацездатність; одноразова допомога (включаючи членів сімей і утриманців загиблих); моральна шкода; відшкодування витрат лікувальним закладам; санаторно-курортне обслуговування; протезування, придбання транспортних засобів, витрати на соціальну допомогу інвалідам; доплати до попереднього заробітку в разі переведення на легшу роботу; пенсії інвалідам і утриманцям загиблих
II	Пільги та компенсації за працю у важких і шкідливих умовах праці	Додаткові відпустки, скорочений робочий день, лікувально-профілактичне харчування, одержання молока або інших рівноцінних продуктів, підвищені тарифні ставки, доплати за умови та інтенсивність праці, пенсії на пільгових умовах
III	Витрати на профілактику травматизму, професійних захворювань	Витрати на заходи щодо охорони праці за рахунок джерел фінансування, регламентовані нормативними актами держави; витрати на заходи з охорони праці за колективними договорами

1	2	3
IV	Витрати на ліквідацію наслідків аварії та нещасних випадків на виробництві	Вартість зіпсованого устаткування, інструментів, зруйнованих будівель, споруд; витрати на врятування потерпілих; розслідування нещасних випадків; виплати заробітної плати і доплати за час простою; вартість ремонту частково зіпсованого обладнання, машин та механізмів, будівель і споруд; вартість підготовки чи перепідготовки працівників замість вибулих унаслідок загибелі або інвалідності
V	Штрафи та інші відшкодування	Штрафи, виплачені за наявність нещасних випадків та приховування від обліку потерпілих; штрафи на підприємства, установи та організації за недотримання нормативних вимог щодо безпеки праці; штрафи на працівника за порушення вимог законодавства й інших нормативних актів з охорони праці; компенсації за час вимушеного простою через небезпечність виконання робіт і припинення робіт органами державного нагляду за охороною праці; штрафи, пеня, виплати за недотримання договірних зобов'язань з іншими підприємствами; компенсаційні виплати за ураження населення, житлового фонду, приватного майна та забруднення довкілля

Витрати з охорони праці також поділяють на:

- доцільні витрати, спрямовані на збереження здоров'я працівників, раціональне витрачення життєвих сил та відновлення працездатності;
- частково доцільні витрати, які включають видатки за пільгами і компенсаціями за несприятливі умови;
- недоцільні витрати, що зумовлюють підвищення собівартості продукції, зниження її обсягу тощо.

Доцільні витрати забезпечують поліпшення умов праці, частково доцільні і недоцільні – призводять до збитків підприємства, до зниження ефективності виробництва.

Дослідження свідчать, що основні витрати на підприємствах припадають не на створення безпечної техніки, попередження виробничого травматизму і захворюваності, не на нормалізацію умов праці, а

на пільги й компенсації, пов'язані з небезпечними і шкідливими умовами праці. Співвідношення між витратами на поліпшення умов та охорони праці до видатків на доплати, пенсії, пільгові відпустки становлять 1:10.

В умовах недосконалості ринкових механізмів усі вказані витрати відносять на собівартість продукції, і в результаті за недбале ставлення до охорони праці на підприємствах розплачуються не їх керівники, а суспільство.

Поліпшення умов праці потребує капітальних вкладень і поточних витрат. *До капітальних відносять одноразові та постійні витрати спрямовані на:*

- створення або оновлення основних фондів працезахоронного призначення;
- вдосконалення техніки і технології з метою поліпшення умов та охорони праці.

Поточні (експлуатаційні) витрати – витрати на утримання й обслуговування обладнання, що має працезахоронне призначення. Вони забезпечують функціонування обладнання в необхідному режимі.

Для оцінки результатів проведення заходів щодо поліпшення умов та охорони праці згідно з методиками, розробленими ННДІОП України запропоновані чотири групи показників:

- ✓ *зміна стану умов і охорони праці* характеризується підвищенням рівня безпеки праці, поліпшенням санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, естетичних показників;
- ✓ *соціальні результати* заходів щодо поліпшення умов та охорони праці визначаються наступними показниками: збільшенням кількості робочих місць, які відповідають нормативним вимогам, й скороченням чисельності працюючих у незадовільних умовах праці; зниженням рівня виробничого травматизму; зменшенням кількості випадків професійної захворюваності, пов'язаною з незадовільними умовами праці; скороченням кількості випадків інвалідності внаслідок травматизму чи професійної захворюваності; зменшенням плинності кадрів через незадовільні умови праці;
- ✓ *соціально-економічні результати* розраховують як відношення величини соціальних або соціально-економічних результатів до витрат, необхідних для їх здійснення;
- ✓ *економічні результати* заходів щодо поліпшення умов та охорони праці виражено у вигляді економії за рахунок, зменшення збитків унаслідок аварій, нещасних випадків і професійних захворювань як в

економіці в цілому, так і на кожному підприємстві.

Згідно з методикою визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці річна економія підприємства від поліпшення безпеки праці складається з (табл. 10.2):

Таблиця 10.2 – Структура річної економії підприємства від поліпшення безпеки праці

Показники економії	Складові річної економії
Економія від зниження профзахворюваності	Заробітна плата; зниження собівартості продукції; кошти за рахунок зменшення виплат по тимчасовій непрацездатності
Економія від зменшення випадків травматизму	Заробітна плата; зниження собівартості продукції; кошти за рахунок зменшення виплат по тимчасовій непрацездатності
Економія від зниження плинності кадрів	Зниження собівартості продукції; збільшення прибутку у витратах на підготовку кадрів
Економія від скорочення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах	Заробітна плата; витрати на лікувально-профілактичне харчування; витрати на безкоштовне одержання молока або інших рівноцінних харчових продуктів

Розрахунок економії від зменшення рівня захворюваності або травматизму:

$$E_{pz} = E_z + E_c + E_{cc}, \quad (10.1)$$

де E_z – річна економія зарплати за рахунок зростання продуктивності праці при зменшенні рівня захворюваності і травматизму, грн., яку обчислюють за формулою (10.2):

$$E_z = \frac{\Delta W \cdot Z_p}{100} \cdot \chi_{cp}, \quad (10.2)$$

де χ_{cp} – середньорічна чисельність промислово-виробничого персоналу, осіб;

Z_p – середньорічна заробітна плата одного працівника з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

ΔW – зростання продуктивності праці, яке розраховують за формулою (10.3):

$$\Delta W = \frac{\Delta D \cdot Z_v}{P_n} \cdot 100\%, \quad (10.3)$$

де Z_v – вартість виробленої продукції за зміну на одного працівника промислово-виробничого персоналу, грн.;

P_n – вартість річної товарної продукції підприємства, грн.;

ΔD – скорочення витрат робочого часу за рахунок зменшення рівня захворюваності (травматизму) за певний час, яке обчислюють за формулою (10.4):

$$\Delta D = \frac{D_1 - D_2}{100} \cdot \text{Ч}_3, \quad (10.4)$$

де D_1, D_2 – кількість днів непрацездатності через хвороби або травми на 100 працівників відповідно до і після вжиття заходів, дні;

Ч_3 – річна середньооблікова чисельність працівників, осіб;

E_c – річна економія на собівартості продукції за рахунок зменшення умовно постійних витрат, грн., яку можна визначити за формулою (10.5):

$$E_c = \frac{Y \cdot \Delta D \cdot Z_v}{P_n}, \quad (10.5)$$

де Y – умовно постійні витрати у виробничій собівартості річного обсягу товарної продукції, грн.;

E_{cc} – економію за рахунок зменшення коштів на виплату допомоги по тимчасовій непрацездатності (грн.) визначають за формулою (10.6):

$$E_{cc} = \Delta D \cdot \Pi_d, \quad (10.6)$$

де Π_d – середньоденна сума допомоги по тимчасовій непрацездатності, грн.

Розрахунок економії від зниження плинності кадрів здійснюють за формулою (10.7):

$$E = K_{\text{вт}} \cdot K_{\text{п.у}} \cdot Ч_{\text{ос}} \cdot П \cdot \left(1 - \frac{K_{\text{п.у}}}{K_{\text{п.м}}} \right), \quad (10.7)$$

де $K_{\text{п.у}}$ – коефіцієнт плинності кадрів, пов'язаної з умовами праці у поточному році;

$П$ – продуктивність праці у поточному році, грн.;

$Ч_{\text{ос}}$ – плинність кадрів, осіб;

$K_{\text{п.м}}$ – коефіцієнт плинності кадрів у минулому році;

$K_{\text{п.п}}$ – коефіцієнт плинності кадрів у поточному році;

$K_{\text{вт}}$ – коефіцієнт втрат підприємства залежно від річного виробітку працівника.

Розрахунок економії від скорочення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах роблять таким чином:

$$E = З_{\text{с}} \cdot Ч \cdot (Д_{\text{с}} - Д_{\text{д}}), \quad (10.8)$$

де $З_{\text{с}}$ – середня заробітна плата, грн.;

$Ч$ – скорочення чисельності працівників, зайнятих у шкідливих умовах праці, осіб;

$Д_{\text{д}}$ – додаткова відпустка за роботу у шкідливих умовах, дні;

$Д_{\text{с}}$ – тривалість відпустки в умовах праці, приведених до вимог санітарно-гігієнічних норм, дні.

Слід зазначити, що визначення економічної ефективності заходів щодо охорони праці є одним з актуальних питань на рівні як держави, так і окремого підприємства, компанії.

Порядок виконання роботи

У 2021 – 2022 рр. підприємство з метою поліпшення стану безпеки та охорони праці витратило кошти на забезпечення працівників новими засобами індивідуального захисту, заміну технологічного обладнання на ділянках зі шкідливими умовами праці, а також на підвищення рівня професійної кваліфікації працівників. На підставі даних, представлених у табл. 4.3 (номер варіанту видає викладач),

Умови завдання:

Обчисліть:

- економію від зменшення рівня захворюваності або травматизму працівників підприємства;
- економію від зниження плинності кадрів;
- економію від скорочення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах;
- загальну річну економію підприємства від поліпшення безпеки праці.
- за одержаними результатами розрахунків зробіть висновки.

Контрольні питання:

1. Назвіть основні положення міжнародного стандарту OHSAS 18001:2007.
2. Яку роль відіграє стандарт OHSAS 18001:2007 у створенні здорових і безпечних умов праці на підприємстві, в організації, установі?
3. Назвіть основні види витрат на поліпшення умов та охорони праці. Дайте їх стислу характеристику.
4. Що таке доцільні, частково доцільні й недоцільні витрати з охорони праці?
5. Які складові включає річна економія підприємства від поліпшення безпеки праці? Дайте їх стислу характеристику

Таблиця 10.3 – Вихідні дані для розрахунків

№ П/П	Ч _{ср}	Ч _з	З _р	З _в	Р _п	Д ₁	Д ₂	У	П _д	К _{вт}	К _{пу}	П	Ч _{ос}	К _{пм}	К _{пп}	З _с	Ч	Д _д	Д _с
1	100	250	1356	145	156352	75	52	25863	45	0,037	0,09	102589	14	0,32	0,24	1400	12	7	21
2	259	428	1752	134	132782	154	102	12358	55	0,04	0,05	89541	21	0,25	0,25	1800	15	5	28
3	173	283	1267	198	112365	112	89	14562	62	0,012	0,06	78632	18	0,18	0,26	1300	25	12	24
4	134	495	1873	113	398562	65	54	27856	54	0,1	0,07	145873	28	0,2	0,2	1920	20	10	30
5	152	364	1945	176	189546	87	65	32584	38	0,035	0,1	98526	32	0,35	0,28	2000	18	9	21
6	248	845	1125	98	245698	125	56	10258	64	0,027	0,085	113607	36	0,37	0,27	1250	19	6	28
7	163	392	890	123	198523	106	100	13654	44	0,014	0,09	125300	22	0,32	0,23	1100	12	4	24
8	128	351	1678	147	235813	85	78	18542	75	0,032	0,05	147214	16	0,25	0,24	1800	15	8	30
9	173	269	1549	125	345692	147	103	11489	46	0,029	0,06	178258	54	0,18	0,25	1600	25	7	21
10	159	328	1392	76	658942	78	70	10478	37	0,037	0,07	258647	14	0,2	0,26	1450	20	5	28
11	187	451	1478	84	478932	101	91	48125	65	0,04	0,1	187964	21	0,35	0,2	1550	18	12	24
12	135	267	1287	132	156873	85	52	12584	87	0,012	0,085	89540	18	0,37	0,28	1345	19	10	30
13	184	305	1874	176	356845	110	84	9562	45	0,01	0,09	201478	28	0,32	0,27	2200	21	9	21
14	283	895	943	117	458796	154	112	36987	55	0,035	0,05	203695	32	0,25	0,23	1250	52	6	28
15	169	246	845	95	358691	96	90	28541	62	0,027	0,06	125300	36	0,18	0,24	1000	24	4	24
16	297	583	765	145	125632	173	92	12364	54	0,014	0,07	147214	22	0,2	0,25	850	45	8	30
17	246	543	997	159	247896	155	111	16924	38	0,032	0,1	178258	16	0,35	0,26	1150	39	7	21
18	147	258	1765	134	547698	74	70	45872	64	0,029	0,085	258647	54	0,37	0,2	1950	25	7	28
19	191	369	1568	197	325648	117	100	31256	44	0,1	0,09	187964	28	0,32	0,28	1650	31	5	24
20	187	453	1245	173	412523	112	75	40127	75	0,035	0,05	89540	32	0,25	0,27	1325	29	12	30
21	349	659	893	132	845214	234	125	75218	46	0,027	0,06	201478	36	0,18	0,23	1125	65	10	21
22	126	362	678	76	741258	85	80	67694	37	0,014	0,07	203695	22	0,2	0,2	830	12	9	28
23	186	497	1952	95	321654	102	71	30258	65	0,032	0,1	102589	16	0,35	0,28	2200	15	6	24
24	132	402	1342	68	258123	95	76	15741	87	0,029	0,085	89541	54	0,37	0,27	1500	16	4	30
25	337	883	1865	110	753159	211	143	43521	52	0,015	0,057	78632	12	0,3	0,23	2050	78	8	21

Рекомендована література

Основна

1. Крайнюк О.В., Богатов О.І. Охорона праці: навчальний посібник, Харків: ХНАДУ, 2022.- 270 с.
2. Безпека життєдіяльності та охорона праці: довідник. Навчальний посібник / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима, О. В. Крайнюк, С. В. Мінка – Харків: ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2020. – в 2 частинах. Ч. 1. – 183 с.
3. Безпека життєдіяльності та охорона праці: довідник. Навчальний посібник / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима, О. В. Крайнюк, С. В. Мінка – Харків: ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2020. – в 2 частинах. Ч. 2. – 178 с.
4. Основи охорони праці» [Електронний ресурс] : практикум для студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня / уклад. Ю. В. Буц, О. Ф. Протасенко, О. М. Борисенко, В. Л. Безсонний. – Самостійне електрон. текстове мережеве вид. (112 с. / 211 Мб). – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. Режим доступу : <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23329>
5. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності: довідник / Авт. кол.: О. В. Полярус, О.В. Третьяков, С. В. Мінка, О. І. Богатов. – Х.: ХНАДУ, 2014. – 404 с.

Додаткова

6. Крайнюк О.В., Богатов О.І., Подригало В.Ф. Цифровізація у сфері виробничої безпеки: основні аспекти питання // The XVI International Scientific and Practical Conference «Integration of scientific solutions and methods into practice», April 24 – 25, 2023 Paris, France. PP. 379-383. <http://surl.li/moumy>
7. Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Богатов О.І., Барбашин В.В. (2023) Цифрова трансформація системи управління охороною праці: можливості та протиріччя. The 10th International scientific and practical conference “Modern methods of applying scientific theories” (March 14 – 17, 2023) Lisbon, Portugal. International Science Group. 2023. PP. 470-474. <https://isgkonf.com/uk/modern-methods-of-applying-scientific-theories/>
8. Крайнюк О., Буц Ю., Діденко Н., Барбашин В. (2023). Метрологічне забезпечення атестації робочих місць за умовами праці. Ко-мунальне господарство міст, 4 (178), 286–292. DOI:10.33042/2522-

1809-2023-4-178-286-292. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-286-292>

9. Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Барбашин В.В., Северинов О.В. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності для забезпечення безпеки праці. Комунальне господарство міст, 2022, том 4, випуск 171.- С. 165-172. DOI: 10.33042/2522-1809-2022-4-171- 165-172 10.

Нормативно-правові документи

10. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 р., №49.

11. Кодекс законів про працю: Закон України від 10 грудня 1971 р., № 322-VIII.

12. Постанова КМУ від 17 квітня 2019 р. № 337 Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві.

13. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, № 1105-XIV

14. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: Наказ МОЗ України від 1 грудня 1999 р., № 42.

15. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: Наказ МОЗ України від 1 грудня 1999 р., № 37.

16. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: Наказ МОЗ України від 1 грудня 1999 р., № 39.

17. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства: Наказ Держнаглядохоронпраці України від 3 серпня 1993 р., № 72.

18. Типове положення про службу охорони праці: Наказ Держнаглядохоронпраці України від 15 листопада 2004 р., № 255.

19. Положення про розробку інструкцій з охорони праці: Наказ Держнаглядохоронпраці від 29 січня 1998 р., № 9.

20. Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві: Наказ Держнаглядохоронпраці від 21 грудня 1993 р., № 132.

21. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. Наказ від 24.06.2019 № 174.

22. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах.
23. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. Наказ від 09.06.2006 г. № 162
24. ДСТУ 2293-2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. 18. ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення.
25. ДСТУ OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці 20. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування
26. ДСТУ OHSAS 18002:2015 Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001
27. ДСТУ Б В.2.8-10-98. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри, технічні вимоги.
28. Правила пожежної безпеки в Україні: Наказ МНС України від 30.12.2014 № 1417.
29. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України 09.07.2012 № 964
30. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. Наказ від 21.07.2017 № 476.
31. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека. у будівництві. Основні положення.
32. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
33. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.
34. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
35. НАПБ В.01.054-98/510 Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України.
36. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, Постанова Міністерства праці України від 01.09.92 р. № 41.
37. Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Наказ МОЗУ № 528 від 27.12.2001

Інтернет-ресурси

38. Офіційний сайт Державної служби України з питань праці.
<http://dsp.gov.ua/>
39. Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій.
<https://www.dsns.gov.ua/>
40. Офіційний веб-сайт Верховної Ради України.
<http://portal.rada.gov.ua>
41. ДНАОП. Законодавча база <https://dnaop.com>
42. Фонд соціального страхування України від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України:
<http://www.fssu.gov.ua>

Навчальне видання

КРАЙНЮК Олена Володимирівна
БУЦЮрїй Васильович
БОГАТОВ Олег Ігорович

ОХОРОНА ПРАЦІ
практикум для студентів усіх спеціальностей першого
(бакалаврського) рівня

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *О. І. Богатов*

Комп'ютерна верстка *О.В. Крайнюк*

План 2024 р.
Підписано до друку 01.07.2024 р. Формат 60×84 1/16.
Гарнітура Times New Roman Cyr.
Ум. друк. арк. 8,5. Обл.-вид. арк. 9,4.
Зам. № 3/22-В. Наклад сайт. Ціна договірна.