

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ГІРНИЧИЙ КОЛЕДЖ  
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**ІНСТРУКТИВНО – МЕТОДИЧНІ  
ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
з дисципліни «*Основи охорони праці*»**

## **ВСТУП**

**Основи охорони праці** — нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх спеціалістів необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь із правових та організаційних питань охорони праці, основ фізіології, гігієни праці, виробничої санітарії, безпеки процесів праці та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти, а також активної позиції щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників щодо результатів виробничої діяльності.

Курс „Основи охорони праці” як комплексна дисципліна базується на теоретичних положеннях природничих (фізика, хімія, математика) та суспільних(економіка, соціологія, психологія, право) наук. Важливе місце в структурі охорони праці займають зв'язки з безпекою життєдіяльності, ергономікою, фізіологією та психологією праці, технічною естетикою та ін.

Метою і завданням навчальної дисципліни є сформувані знання та уміння, необхідні для створення безпечних і здорових умов виробничої діяльності; вивчення та засвоєння знань про правові та організаційні основи охорони праці, найважливіші постанови уряду та профспілкових органів щодо подальшого поліпшення умов праці, теоретичні основи безпеки праці, потенційні виробничі небезпеки, засоби та методи забезпечення безпеки праці, основи пожежної безпеки та профілактики пожеж при проведенні навчально-виховного процесу, масових заходів, позакласної та позашкільної робіт; формування умінь організовувати роботу по керівництву безпекою праці учнів, прогнозувати та планувати заходи з безпеки праці, здійснювати контроль і аналіз стану безпеки і умов праці, приймати обґрунтовані рішення щодо їх поліпшення, надавати першу медичну допомогу потерпілим, розслідувати, обліковувати та аналізувати випадки виробничого травматизму.

Предметом навчальної дисципліни „Основи охорони праці” є система положень, норм і правил, що дозволяє людині безпечно здійснювати трудову діяльність, пов'язану з використанням технічних засобів праці.

Основним змістом дисципліни „Основи охорони праці” є: правові та нормативні основи безпеки праці; організаційна робота по управлінню безпекою праці; порядок розслідування, облік та аналіз травматизму; організація безпеки праці в навчальних майстернях, кабінетах та лабораторіях; захист від дії електричного струму; безпека праці при організації та проведенні позакласних та позашкільних заходів; горіння та вибухонебезпечні властивості речовин; система попередження пожеж та вибухів; протипожежний захист навчальних об'єктів.

***Студент повинен знати:***

- 1) основні поняття у галузі охорони праці;
- 2) основні законодавчі акти про охорону праці;
- 3) мікроклімат та його вплив на організм людини;
- 4) основні методи профілактики отруєнь та професійних захворювань;
- 5) складові безпеки технологічного процесу;
- 6) причини електротравм;
- 7) поняття пожежної безпеки;
- 8) первинні та стаціонарні засоби пожежогасіння.

***Студент повинен вміти:***

- 1) організувати розслідування нещасного випадку на виробництві;
- 2) визначити коефіцієнт частоти травматизму для конкретних умов на основі даних щодо травматизму і кількості працюючих;
- 3) оцінити відповідність санітарно-гігієнічних умов праці нормам;
- 4) контролювати дотримання вимог з виробничої санітарії;
- 5) оцінити безпеку технологічного обладнання за окремими чинниками”
- 6) визначити категорію приміщення за небезпекою ураження електричним струмом;
- 7) визначити необхідні технічні рішення системи попередження пожежі;
- 8) визначити необхідні технічні рішення системи пожежного захисту.

# ***ПРАКТИЧНА РОБОТА №1***

**Тема:** організація охорони праці на підприємстві

**Мета:** ознайомитись з порядком створення служби охорони праці на підприємстві, в організації або установі, з функціями і правами співробітників служби охорони праці, а також навчитися розраховувати чисельність працівників цього підрозділу

## ***1 Методично-інформаційні відомості***

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.

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

- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- проводить для працівників увідний інструктаж з питань охорони праці;
- організовує забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці;
- бере участь у розслідуванні нещасних випадків та аварій;
- веде облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій і т. ін.

Служба охорони праці має такі права:

- представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці;
- безперешкодно в будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, зупиняти роботу виробництв, діляниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань з охорони праці, не мають допуску до відповідних робіт або порушують нормативні акти про охорону праці;
- працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам

підприємств, установ, організацій та їх структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків.

**Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці.**

Служба охорони праці може функціонувати в залежності від чисельності працюючих як самостійний структурний підрозділ або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до Типового положення. 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.

Служба охорони праці комплектується спеціалістами, які мають вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років. Спеціалісти з середньою спеціальною освітою приймаються в службу праці у виняткових випадках.

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:

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

де  $M_1$  – чисельний склад служби охорони праці на підприємстві;

$P_{cp}$  – середньосписочна чисельність працюючих на підприємстві;

$\Phi$  – ефективний річний фонд робочого часу спеціаліста з охорони праці, що дорівнює 1820 год.;

$K_B$  – коефіцієнт, що враховує шкідливість і небезпечність виробництва:

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

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.

## **2 Порядок виконання роботи**

2.1 Ознайомитись з основними положеннями, які стосуються створення і функціонування служби охорони праці.

2.2 Розрахувати чисельність служби охорони праці в відповідності до варіанта завдання, який видає викладач (табл. 1.2).

Таблиця 2.1 - Варіанти завдань

Номер варіанта	$P_{cp}$	$P_B$	$P_A$	$\Phi$
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

## **3 Питання для обговорення**

3.1 Назвіть законодавчі акти, згідно з якими на підприємствах, в установах та організаціях повинна бути створена служба охорони праці.

3.2 З якою метою на підприємствах, в організаціях та установах створюється служба охорони праці?

3.3 Які функції виконує служба охорони праці?

3.4 Які права мають працівники служби охорони праці?

3.5 Які працівники мають право увійти до складу служби охорони праці?

3.6 Якими чином визначається чисельність служби охорони праці?

3.7 В яких випадках служба охорони праці може бути ліквідована на підприємстві, в організації або установі?

# ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

**Тема:** методи аналізу травматизму і професійних захворювань

**Мета:** набути практичних навичок щодо аналізу основних причин виникнення травматизму та професійних захворювань працівників, ознайомитись із заходами, спрямованими на запобігання виникненню травматизму та професійних захворювань

## 1 Методично-інформаційний матеріал

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 й т. ін.;

✓ **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 й т. ін.;

✓ **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 і т. ін.;

✓ **психофізіологічні причини** – помилкові дії працівника внаслідок втоми (фізичної або психічної), надмірної важкості і напруженості роботи, хворобливого стану і т. ін.

### Методи аналізу травматизму та профзахворювань працівників.

Найпоширенішими методами аналізу травматизму є статистичний, монографічний, економічний, ергономічний і прогностичний (рисунок 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<sub>з</sub>** – кількість днів непрацездатності, викликаних випадками захворювань за звітний період.

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

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

$$K_{\text{ч}} = \frac{Н \cdot 1000}{Р} \quad (2.1)$$

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

$$K_{\text{т}} = \frac{Д}{Н} \quad (2.2)$$

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

$$K_{\text{н}} = \frac{Д \cdot 1000}{Р} \quad (2.3)$$

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

$$K_{\text{ч.з.}} = \frac{З \cdot 1000}{Р} \quad (2.4)$$

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

$$K_{\text{т.з.}} = \frac{Д_{\text{з}}}{З} \quad (2.5)$$

**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 і т. ін. 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 та т. ін.). 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 і т. 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 і т. 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 і т. 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.

### **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.

## **2 Порядок виконання роботи**

2.1 Проаналізуйте умови завдання, які наведені нижче, і на підставі даних, представлених у таблиці 2.1 (номер варіанту видає викладач), обчисліть наступні коефіцієнти: частоту травматизму  $K_{\text{ч}}$ ; тяжкість травматизму  $K_{\text{т}}$ ; непрацездатність  $K_{\text{н}}$ ; частоту захворювань  $K_{\text{ч.з.}}$ ; тяжкість захворювань  $K_{\text{т.з.}}$ .

2.2 На підставі отриманих результатів зробіть висновки.

**Умови завдання.** У 2013 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 2013 р. і 2014 р. показав такі результати (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 - Статистичні дані по травматизму і профзахворюванням працівників підприємства

№ з/п	Дані за 2012 рік					Дані за 2013 рік				
	Н	Д	Р	З	Дз	Н	Д	Р	З	Дз
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

### **3 Питання для обговорення**

- 3.1 Назвіть методи аналізу травматизму.
- 3.2 У чому полягає суть статистичного методу аналізу травматизму?
- 3.3 Які різновиди статистичного аналізу травматизму вам відомі? Дайте їх стисло характеристику.
- 3.4 У чому полягає суть економічного й монографічного методів аналізу травматизму?
- 3.5 У чому полягає суть ергономічного методу аналізу травматизму?
- 3.6 У чому полягає суть прогностичного методу аналізу травматизму?
- 3.7 Які різновиди прогностичного аналізу травматизму вам відомі? Дайте їх стисло характеристику.
- 3.8 Назвіть основні причини травматизму та профзахворювань працівників.
- 3.9 Назвіть організаційні заходи щодо попередження причин виникнення травматизму та професійних захворювань.
- 3.10 Назвіть технічні заходи щодо попередження причин виникнення травматизму та професійних захворювань.

# ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

**Тема:** параметри мікроклімату робочої зони та оцінка щодо відповідності їх нормативним значенням

**Мета:**набути практичних навичок щодо розрахунку основних параметрів мікроклімату на робочому місці, ознайомитися з основними принципами нормування мікрокліматичних умов у приміщенні та із методами контролю мікроклімату

## 1 Методично – інформаційний матеріал

Важливе значення для забезпечення необхідних умов нормальної життєдіяльності людини, здорової і високопродуктивної праці є створення і підтримка нормативних мікрокліматичних умов на робочому місці.

**Мікрокліматичні умови визначаються комбінацією:**

- температури повітря  $t$ , °C;
- швидкості руху повітря  $V$ , м/с;
- відносної вологості  $\phi$ , %;
- інтенсивності теплового випромінювання  $E$ , Вт.

Під час постійного теплообміну між людиною і навколишнім середовищем, тепловий стан організму формується в результаті двох процесів, що одночасно протікають: теплотворення і тепловіддачі.

Утворення тепла в організмі людини відбувається за рахунок обміну речовин і скорочення м'язів, а також поглинання тепла, одержуваного з навколишнього середовища.

*Передача тепла з поверхні тіла людини в навколишнє середовище відбувається трьома основними шляхами:*

- тепловим випромінюванням у напрямку предметів і поверхонь, що мають нижчу температуру, ніж температура шкіри (одягу) людини;
- конвекцією в результаті обтікання поверхні шкіри повітрям;
- випаром вологи, виведеної на поверхню шкіри потовими залозами.

У процесі теплообміну з навколишнім середовищем питома вага тепловіддачі кожним із трьох основних шляхів у загальних тепловтратах організмом залежить від величини тих або інших показників мікроклімату і виду діяльності людини. У стані спокою і нормальних метеорологічних умовах тепловтрати випромінюванням становлять у середньому 50% усієї тепловіддачі організмом, конвекцією – 14 ... 33%, випаром поту – 22 ... 29%.

При зниженій температурі повітря і навколишніх поверхонь питома вага тепловіддачі конвекцією і тепловим випромінюванням зростає. При температурах навколишнього середовища, які значно нижче температури поверхні тіла, збільшенню тепловіддачі конвекцією і випаром сприяє підвищення швидкості руху повітря.

При підвищеній температурі повітря тепловтрати конвекцією і випромінюванням значно зменшуються, але збільшуються за рахунок випару поту. Наприклад, у виробничих приміщеннях із значними тепловиділеннями (гарячі цехи), а також у приміщеннях, де температура повітря і огорожень, рівна або вище температури поверхні тіла, тепловіддача випромінюванням і конвекцією повністю втрачає своє значення і єдиним шляхом відводу тепла стає випар поту. У цих випадках втрати організмом вологи можуть досягати 5 ... 8 л на день (при нормальних умовах до 1 л на добу). Слід відзначити, що при високій температурі повітря збільшення швидкості його руху в окремих випадках приводить до посилення теплового навантаження на організм за рахунок конвекції. При цьому велике значення має як величина температури і швидкості руху повітря, так і ступінь його вологості.

З підвищенням температури повітря вплив рівня його вологості зростає. Збільшення вмісту вологи в повітрі зменшує фізіологічний дефіцит його насичення і тим самим обмежує тепловіддачу випаром поту.

Кількість тепла, що утворюється в організмі,  $Q_{\text{утв}}$  і тепла, що віддається в навколишнє середовище,  $Q_{\text{від}}$  непостійна та залежить не тільки від величини показників мікроклімату приміщення, але і від категорії виконуваних робіт за величиною енерговитрат організмом.

При легкій фізичній роботі в найбільш сприятливих (комфортних) метеорологічних умовах у процесі теплообміну з навколишнім середовищем устанавлюється тепловий баланс ( $Q_{\text{утв}} = Q_{\text{від}}$ ), що забезпечує нормальний тепловий стан і оптимальний обмін речовин в організмі людини, високу працездатність, максимальну продуктивність праці.

Рівняння теплового балансу можна представити наступною формулою

$$Q_{\text{утв}} = Q_{\text{випар}} \pm Q_{\text{випром}} \pm Q_{\text{конв}}, \quad (1.1)$$

де  $Q_{\text{випар}}$  – втрати тепла організмом людини при випаровуванні поту з поверхні тіла, Вт;

$Q_{\text{випром}}$  – кількість тепла, яке втрачає організм людини шляхом теплового випромінювання, Вт;

$Q_{\text{конв}}$  – тепловіддача шляхом конвекції, Вт.

Знаки «+» і «-» перед  $Q_{\text{випром}}$  і  $Q_{\text{конв}}$  свідчать про те, що в процесі теплообміну організм людини шляхом теплового випромінювання і конвекції може не тільки віддавати, але і одержувати тепло із зовнішнього середовища.

Утворення тепла і віддача його в кількісному відношенні не завжди виявляються рівними один одному. При тривалому впливі низької температури навколишнього повітря спостерігається охолодження організму, порушується тепловий баланс і організм починає в одиницю часу виробляти тепла більше, ніж віддавати. У результаті в організмі відбувається нагромадження тепла, і, як наслідок, підвищується температура тіла (внутрішніх органів і тканин: мозку, печінки, шлунку, легенів). При високій температурі повітря, навпаки, спостерігається перевищення тепловіддачі над теплотворенням ( $Q_{\text{утв}} > Q_{\text{від}}$ ) і температура тіла знижується.

Змінюючи співвідношення процесів теплотворення і тепловіддачі залежно від температури зовнішнього середовища, організм людини здатний підтримувати температуру тіла в межах, необхідних для нормальної життєдіяльності, за рахунок одного з основних механізмів пристосування – терморегуляції.

Терморегуляція – сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують при зміні мікроклімату сталість температури тіла людини в припустимих фізіологічних границях 36,4 ... 37,5 °С.

Цей діапазон температур найбільш сприятливий для протікання всіх хімічних реакцій в організмі і діяльності головного мозку.

Однак дослідженнями встановлено, що можливість зберігати температуру тіла людини постійною за рахунок терморегуляції, навіть при здійсненні її всіма шляхами, обмежена. При тривалому перебуванні в несприятливих метеорологічних умовах з постійною напругою механізмів терморегуляції можливе виникнення стійких змін фізіологічних функцій організму – порушення діяльності серцево-судинної системи, пригнічення ЦНС, порушення водно-сольового балансу, зниження імунітету і т. ін. Отже, для нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря знаходились у певному співвідношенні.

**Нормування параметрів мікроклімату в приміщенні здійснюється в залежності від:**

*категорії робіт* (легка, середньої важкості, важка);

*сезону року* (теплий і холодний);

*теплової характеристики приміщень* (приміщення з незначними надлишками тепла та приміщення зі значними надлишками тепла).

У відповідності до результатів нормування розрізняють оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

***Оптимальні мікрокліматичні умови*** – комбінації кількісних показників мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруги механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

***Допустимі мікрокліматичні умови*** – комбінації кількісних показників мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати тимчасові, які швидко нормалізуються, зміни теплового стану організму, що супроводжуються напругою механізмів терморегуляції, але не виходять за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Вимірювання температури повітря проводиться в декількох місцях приміщення на висоті 1,3...1,5 м від підлоги ртутним або спиртовим термометрами. Для вимірювання температури повітря в приміщенні можна скористатися психрометром МВУ, вимірявши температуру «сухого» термометра.

Таблиця 1.1 – Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень

Період	Категорія рабiт	Температура t, °С		Відносна вологість φ, %		Швидкість руху повітря V, м/с	
		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	Легка-Ia	22–24	21–25	40–60	75	0,1	не більше 0,1
	Легка-Iб	21–23	20–24	40–60	75	0,1	не більше 0,2
	Середньої важкості-IIa	18–20	17–23	40–60	75	0,2	не більше 0,3
	Середньої важкості-IIб	17–19	15–21	40–60	75	0,2	не більше 0,4
	Важка-III	16–18	13–19	40–60	75	0,3	не більше 0,5
Теплий	Легка-Ia	23–25	22–28	40–60	55 (при 28°С)	0,1	0,1–0,2
	Легка-Iб	22–24	21–28	40–60	60 (при 27°С)	0,2	0,1–0,3
	Середньої важкості-IIa	21–23	18–27	40–60	65 (при 26°С)	0,3	0,2–0,4
	Середньої важкості-IIб	20–22	16–27	40–60	70 (при 25°С)	0,3	0,2–0,5
	Важка-III	18–20	15–26	40–60	75 (при 24°С)	0,4	0,2–0,6

*Швидкість руху повітря вимірюється* анемометрами. Для вимірювання швидкостей у межах від 1 до 15 м/с застосовуються чашкові анемометри. Для зручності здійснення вимірювань у цих анемометрів шкала градування позначена безпосередньо в метрах на секунду. При визначенні швидкості таким анемометром досить установити його в потік повітря і прочитати показання за шкалою.

Більш точні вимірювання швидкостей від 0,2 до 5 м/с проводяться за допомогою крильчастих анемометрів. Для визначення швидкості руху повітря крильчастим анемометром необхідно користуватися секундоміром або годинником із секундною стрілкою і таблицями індивідуального градування даного анемометра.

*Відносна вологість повітря вимірюється* за допомогою гігрометрів і психрометрів, а для реєстрації зміни відносної вологості в часі (протягом доби, тижня) використовуються самописні прилади-гігрографи. Відносна вологість на робочому місці звичайно визначається аспираційними психрометрами типу МВ-4.

Принцип дії психрометра заснований на залежності інтенсивності випарення в навколишнє повітря від вологості цього повітря. Інтенсивність випарення тим вище, чим вище температура повітря і, навпаки, тим нижче, чим більшу кількість водяної пари воно містить. Процес випарення вологи вимагає витрати певної кількості тепла (теплоти випарення). Таким чином, тіло (у цьому випадку резервуар термометра, огорнений мокрим батистом), з поверхні якого відбувається випарення, приймає деяку температуру мокрого термометра, меншу, ніж температура другого (сухого) термометра. Чим більше вологість досліджуваного середовища, тим менше психрометрична різниця (різниця показань сухого і мокрого термометрів).



Визначити відносну вологість за показниками термометрів можна, скориставшись даними, наведеними в таблиці 1.3.

Більш точно відносна вологість може бути визначена за формулою:

$$\varphi = \frac{\left[ P_c - 0,5 \cdot (t_c - t_m) \cdot \frac{B}{755} \right]}{P_m} \cdot 100\% , \quad (1.2)$$

де  $P_m, P_c$  – пружність насиченої водяної пари при температурі мокрого і сухого термометрів, мм.рт.ст. (таблиця 1.2);

$t_c, t_m$  – показання мокрого і сухого термометрів,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  – барометричний тиск, мм.рт.ст.;

0,5 – постійний психрометричний коефіцієнт;

755 – середній барометричний тиск, мм.рт.ст.

Дослідження і оцінка метеорологічних умов полягають у порівнянні визначених даних температури, вологості та швидкості руху повітря з нормованими параметрами за ГОСТ 12.1.005-88 (таблиця 1.1).

Таблиця 1.2 – Пружність насиченої пари при різних температурах

Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Абсолютний тиск водяної пари $P_m$ и $P_c$ , мм рт.ст.	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Абсолютний тиск водяної пари $P_m$ и $P_c$ , мм рт.ст.
10	9,209	23	21,068
11	9 844	24	22,377
12	10,518	25	23,756
13	11,231	26	25 209
14	11,987	27	26,739
15	12,788	28	28,344
16	13,634	29	30,043
17	14,530	30	31,842
18	15,477	31	33,695
19	16,477	32	35,663
20	17,735	33	37,729
21	18,650	34	39,900
22	19,827	35	42,200

Таблиця 1.3 – Визначення відносної вологості

Показання сухого термометра	Різниця показань термометрів, °C																					
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5
	Відносна вологість, %																					
15	92	88	81	77	73	69	64	59	53	50	46	42	36	32	28	-	-	-	-	--	-	-
16	92	88	82	78	74	70	65	61	55	51	47	43	39	35	30	26	-	-	-	-	-	-
17	92	88	82	79	74	70	66	62	57	53	49	45	41	36	33	28	24	-	-	-	-	-
18	92	88	82	79	75	72	67	63	59	55	51	47	44	39	35	32	28	23	-	-	-	-
19	92	88	83	79	75	72	68	65	60	56	52	49	45	42	38	34	30	27	23	-	-	-
20	92	88	84	80	76	72	68	65	61	57	54	50	47	43	40	36	32	28	25	22	-	-
21	92	88	84	80	76	73	69	65	61	58	54	51	49	45	41	37	34	31	28	24	18	-
22	92	88	85	80	77	73	70	66	62	59	55	53	49	46	44	40	36	33	30	27	24	-
23	92	89	85	81	77	73	70	67	63	60	56	53	50	47	44	41	39	36	32	29	26	18
24	93	89	85	82	78	74	71	68	64	61	57	54	51	48	46	43	40	37	34	31	27	21
25	93	89	85	82	78	75	72	68	64	61	58	55	52	49	47	44	41	38	35	33	30	27
26	93	90	85	82	78	75	72	69	66	62	58	55	52	50	48	45	42	39	37	34	31	28
27	93	90	85	82	79	75	72	69	66	63	60	57	53	51	48	45	43	41	38	35	32	30
28	93	90	86	82	79	75	73	70	67	64	61	58	55	52	49	46	44	41	39	37	34	31
29	93	90	86	82	80	75	73	70	67	64	61	58	55	53	51	47	45	42	40	37	35	33
30	94	90	86	82	80	76	73	70	67	64	62	59	56	54	52	49	47	44	41	39	36	34
31	94	90	87	83	80	76	73	70	68	65	62	59	57	54	52	50	47	45	43	40	37	35
32	94	90	87	84	80	77	74	71	68	66	63	60	57	55	53	51	49	46	44	42	39	36
33	94	90	87	84	80	77	75	72	69	66	63	60	58	56	53	51	49	47	45	43	40	38
34	94	90	87	84	80	77	75	72	69	66	63	60	58	56	53	51	49	47	45	43	40	38
35	94	90	87	84	80	77	75	72	70	67	64	62	59	57	54	52	50	48	46	44	42	40
36	94	90	88	84	81	78	75	72	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	46	44	42	40

## 2 Порядок виконання роботи

- 2.1 Ознайомитись із теоретичною частиною практичної роботи (приладами для контролю мікрокліматичних умов, їх устроєм і порядком користування ними);
- 2.2 Виписати із таблиці 3.5 вихідні данні параметрів мікроклімату в приміщенні згідно свого варіанту і визначити відносну вологість за таблицею 1.3 і по формулі 1.2;
- 2.3 Результати визначення параметрів внести до протоколу (таблиця 2.4);
- 2.4 Оцінити відповідність вихідних параметрів нормам, наведеним у ГОСТ 12.1.005-88. Зробити ґрунтовні висновки;

Таблиця 2.4 - Протокол досліджень метеорологічних умов у приміщенні

Дата	Вихідні данні			Нормативні значення за ГОСТ 12.1.005-88						Висновок про відповідність параметрів мікроклімату в приміщенні нормативним за ГОСТ 12.1.005-88
	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	Оптимальні			Допустимі			
				Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	

## 3 Питання для обговорення

- 3.1 Дайте визначення поняттю «мікроклімат».
- 3.2 Що таке оптимальні та допустимі параметри мікроклімату?
- 3.3 Яким чином відбувається передача тепла з поверхні тіла людини в навколишнє середовище?
- 3.4 Дайте визначення поняттю «терморегуляція».
- 3.5 У чому полягають дослідження та оцінка метеорологічних умов у приміщенні?
- 3.6 Яким чином здійснюється вимірювання температури і швидкості руху повітря в приміщенні?
- 3.7 Яким чином здійснюється вимірювання вологості повітря в приміщенні?

Таблиця 3.5 – Вихідні данні до виконання практичної роботи

№ варіанта	Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С		В, мм рт. ст.	Швидкість руху повітря, м/с
			t <sub>c</sub>	t <sub>m</sub>		
1	Холодний	Легка-Ia	17	14	750	0,1
2		Легка-Iб	18	14,5	770	0,2
3		Середньої важкості-IIa	19	15	790	0,3
4		Середньої важкості-IIб	20	15,5	710	0,2
5		Важка-III	21	16	720	0,1
6	Теплий	Легка-Ia	22	16,5	730	0,3
7		Легка-Iб	23	17	740	0,2
8		Середньої важкості-IIa	24	17,5	750	0,4
9		Середньої важкості-IIб	25	18	760	0,5
10		Важка-III	26	18,5	770	0,4
11	Холодний	Легка-Ia	27	19	780	0,4
12		Легка-Iб	28	19,5	790	0,1
13		Середньої важкості-IIa	15	6	800	0,2
14		Середньої важкості-IIб	16	13	710	0,1
15		Важка-III	17	13,5	720	0,3
16	Теплий	Легка-Ia	18	14	730	0,2
17		Легка-Iб	17	12,5	740	0,3
18		Середньої важкості-IIa	18	13	750	0,4
19		Середньої важкості-IIб	19	13,5	760	0,5
20		Важка-III	20	14	780	0,4
21	Холодний	Легка-Ia	21	14,5	790	0,3
22		Легка-Iб	22	15	800	0,2
23		Середньої важкості-IIa	23	15,5	710	0,2
24		Середньої важкості-IIб	24	16	720	0,3
25		Важка-III	25	16,5	730	0,6
26	Теплий	Легка-Ia	26	17	740	0,5
27		Легка-Iб	27	24	750	0,4
28		Середньої важкості-IIa	15	11,5	760	0,2
29		Середньої важкості-IIб	16	12	780	0,3
30		Важка-III	17	12,5	790	0,4

# **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4**

**Тема:** оцінка параметрів штучного освітлення

**Мета:** набути практичних навичок щодо вимірювання і розрахунку штучного освітлення приміщень адміністративних і громадських будівель

## **1 Методично-інформаційний матеріал**

Штучне освітлення передбачається в усіх приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення у темний час доби.

Джерелом штучного освітлення є лампи розжарювання та газорозрядних (люмінесцентні) лампи. Основними характеристиками ламп є: номінальна напруга, електрична потужність, світловий потік, світлова віддача та термін служби.

Лампи розжарювання мають просту конструкцію, відносно низьку вартість, широкий діапазон напруг і потужностей. Однак поряд з перевагами є й суттєві недоліки: характеризуються переважанням жовто-червоних променів у випромінюваному світлі, коефіцієнт корисної дії цих ламп низький – усього 3–4%, світловіддача також мала – 8–18 лм на 1 Вт енергії, крім того, мають відносно невеликий термін експлуатації.

Перевагами люмінесцентних ламп є: їх тривалий строк експлуатації, значно більша (в 2–4 рази) світловіддача порівняно з лампами розжарювання, що дозволяє для забезпечення необхідного рівня освітленості використовувати менш потужні лампи, крім того, вони здатні забезпечувати світловий потік практично будь-якого спектра, що створює найбільш оптимальні умови для виконання зорової роботи. Основним недоліком люмінесцентних ламп є пульсація світлового потоку, що може зумовити виникнення стробоскопічного ефекту – явища спотворення зорового сприйняття об'єктів, які рухаються, обертаються чи змінюються в пульсуючому світлі. Це може призвести до нещасного випадку, тому що об'єкт, який рухається, буде здаватися нерухомим.

Лампа разом з освітлювальною арматурою – світильник. Основне призначення світильників полягає в перерозподілі світлового потоку у бік робочої поверхні; захист очей людини від засліплювальної дії джерела світла; запобігання лампи від механічних ушкоджень і забруднення.

### **1.1 Метод вимірювання штучного освітлення приміщень**

Для визначення рівня освітленості в приміщенні інструментальним методом використовується об'єктивний люксметр Ю-116 (рисунок 4.1), який складається з вимірника люксметра й окремого фотоелемента з насадками. На передній панелі вимірника є кнопки перемикача й табличка зі схемою, що зв'язує дію кнопок і використовуваних насадок з діапазонами вимірів. Прилад має дві шкали: 0 ... 100 і 0 ... 30. На кожній шкалі точками відзначений початок діапазону вимірів: на шкалі 0 ... 100 точка перебуває над оцінкою 20, на шкалі 0 ... 30 – над оцінкою 5. Прилад має коректування для установки стрілки в нульове положення.



1- полу сферична накладка; 2, 3, 4 – накладки с послабляющими коэффициентами;  
5 – фотоэлемент, 6 - мілівольтметр

Рисунок 1.1 - Загальний вигляд люксметра Ю-116

На бічній стінці корпуса вимірника розташована вилка для приєднання селенового фотоелемента. Для зменшення погрішності застосовується насадка на фотоелемент, яка представляє півсферу, виконану з білої світлорозсіючої пластмаси. Насадка позначена буквою К і застосовується відповідно з однієї із трьох інших насадок, що мають позначення М, Р, Т. Кожна із цих насадок разом з насадкою К утворює три поглиначі із загальним номінальним коефіцієнтом ослаблення 10, 100, 1000 і застосовується для розширення діапазонів вимірювань.

Люксметр градується без насадок в основному діапазоні вимірів (5...30; 20...100) і має найбільшу припустиму погрішність вимірів – 10%.

Процес вимірювання такий: фотоелемент установлюють у необхідній площині, підбирають необхідну «шкалу», починаючи із застосування більш «грубої» шкали, і відраховують освітленість.

У приміщенні визначають середню освітленість, для чого вимірювання проводять у декількох точках. Отримане значення середньої освітленості в приміщенні порівнюють із нормативними.

## 1.2 Методи розрахунку штучного освітлення

Для розрахунку штучного освітлення приміщень можна використовувати три методи: світлового потоку, точковий і питомої потужності.

**Точковий метод** застосовується для розрахунку локалізованого й комбінованого освітлення, а також освітлення горизонтальних і похилих поверхонь, коли відбитим світловим потоком можна зневажити.

**Метод питомої потужності** є найбільш простим, але й найменш точним із усіх методів розрахунку штучної освітленості, тому він застосовується для орієнтованих розрахунків. Цей метод дає можливість визначити потужність кожної лампи для забезпечення в приміщенні нормованої освітленості:

$$P_{\text{л}} = \frac{P \cdot S}{N}, \quad (1.1)$$

де  $P$  – питома потужність, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$N$  – кількість ламп в освітлювальній установці, шт.

**Метод коефіцієнта використання світлового потоку** використовують при розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь з урахуванням відбитих від стін, підлоги і стелі світлових потоків. Метод не можна застосовувати при розрахунках локалізованого та місцевого освітлення, а також освітлення похилих поверхонь.

Розрахункова формула методу коефіцієнта використання світлового потоку має вигляд:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K_3}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (1.2)$$

де  $N$  – число світильників, шт.;

$E$  – мінімальна освітленість робочого місця згідно з нормативними вимогами (приймаємо 100 лк);

$n$  – число ламп у світильнику, шт.;

$S$  – площа освітлюваного приміщення, м<sup>2</sup>;

$z = 1,15$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості через забруднення й старіння лампи (приймаємо 1,5);

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення  $\eta$  необхідно знати тип світильника, індекс приміщення та коефіцієнт відбиття світлового потоку від стелі стін і підлоги (таблиця 4.2). Індекс приміщення і визначають за формулою:

$$i = \frac{L \cdot B}{h_{\text{п}} \cdot (L + B)}, \quad (1.3)$$

де  $L$  і  $B$  – відповідно, довжина й глибина приміщення, м;  
 $h_{п}$  – висота підвісу світильника, яку можна визначити за формулою:

$$h_{п} = H - h_{с} - h_{р} , \quad (1.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_{с}$  – відстань від стелі до нижньої частини світильника, м;

$h_{р}$  – висота робочої поверхні, м.

На підставі одержаних даних за таблицею 4.1 можна визначити коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$ .

Метод коефіцієнта використання світлового потоку дозволяє:

визначити потужність ламп, які використовуються для освітлення приміщення, якщо відомий їх тип. У цьому випадку розраховану величину світлового потоку лампи округляють до найближчого стандартного значення для вказаного типу лампи (таблиці 1.3 і 1.4), і на підставі цього визначають потужність;

визначити кількість ламп, яка необхідна для освітлення приміщення, якщо заздалегідь відомі їх тип і потужність. У такому разі, спочатку, за таблицею 1.3, 1.4 визначають світловий потік обраної лампи, а потім за перетвореною формулою 1.2 визначають загальну необхідну кількість ламп:

$$n_{заг} = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K_3}{\Phi \cdot \eta} , \quad (1.4)$$

де  $n_{заг}$  – загальна кількість ламп у приміщенні, шт.

Таблиця 1.1 - Значення коефіцієнтів відбиття світлового потоку від стелі  $\rho_{стелі}$ , стін  $\rho_{стін}$  і підлоги  $\rho_{підлоги}$

Стан стелі	Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{стелі}, \%$	Стан стін	Коефіцієнт відбиття стін $\rho_{стін}, \%$	Стан підлоги	Коефіцієнт відбиття підлоги $\rho_{підлоги}, \%$
Свіжопобілений	70	Свіжопобілені з вікнами закритими білими шторами	70	Світлий паркет	30
Побілений у сирих приміщеннях	50	Свіжопобілені з вікнами без штор	50	Світла керамічна плитка	30
Чистий бетонний	50	Бетонні з вікнами	30	Світлий лінолеум	30
Світлий дерев'яний (пофарбований)	50	Обклеєні світлими шпалерами	30	Темний паркет	10
Бетонний брудний	30	Брудні й темні	10	Темна плитка	10
Дерев'яний (незабарвлений)	30	Цегляні без штукатурки	10	Темний лінолеум	10
Брудний, темний	10	Обклеєні темними шпалерами	10	Дерев'яна підлога темний (пофарбований)	10



Таблиця 1.2 – Значення коефіцієнтів використання світлового потоку  $\eta$

Тип світильника	Коефіцієнт відбиття, %			Коефіцієнти використання світлового потоку при даному індексі приміщення																	
	$\rho_{\text{стелі}}$	$\rho_{\text{стін}}$	$\rho_{\text{підл}}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3,0	3,5	4	5	
Світильники з лампами розжарювання																					
В, УПМ-1	70	50	30	0,24	0,34	0,42	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,6	0,63	0,66	0,68	0,7	0,73	0,76	0,78	0,81	
Айстра-1 (В, Б, Бк)	70	50	10	0,22	0,32	0,39	0,44	0,47	0,49	0,50	0,52	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,73	
Айстра 11,	50	30	10	0,20	0,26	0,34	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,69	
12	50	10	10	0,17	0,23	0,30	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,62	0,64	
У-15	70	50	30	0,2	0,28	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,65	
	70	50	10	0,19	0,27	0,32	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57	
	50	30	10	0,15	0,22	0,28	0,31	0,33	0,35	0,36	0,38	0,4	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,53	
	30	10	10	0,12	0,19	0,25	0,28	0,3	0,31	0,32	0,34	0,36	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	
УПД	70	50	30	0,28	0,36	0,4	0,44	0,47	0,50	0,52	0,57	0,61	0,65	0,68	0,71	0,73	0,77	0,79	0,81	0,82	
	70	50	10	0,27	0,34	0,38	0,42	0,45	0,47	0,49	0,52	0,57	0,6	0,62	0,64	0,65	0,67	0,69	0,7	0,72	
	50	30	10	0,23	0,28	0,33	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,51	0,56	0,58	0,60	0,61	0,64	0,66	0,67	0,69	
	30	10	10	0,2	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,5	0,54	0,56	0,58	0,61	0,63	0,64	0,66	
НСП 02	70	50	30	0,12	0,16	0,2	0,23	0,26	0,28	0,29	0,31	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,53	0,57	
НСП 03	70	50	10	0,10	0,15	0,19	0,21	0,24	0,26	0,27	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,43	0,45	0,47	0,50	
	50	30	10	0,07	0,10	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,35	0,37	0,39	0,42	
	30	10	10	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,35	
ППД-100	70	50	30	0,25	0,31	0,39	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,55	0,58	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	
ППД-200	70	50	10	0,24	0,30	0,36	0,41	0,43	0,44	0,45	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,58	0,61	0,63	0,64	0,65	
	50	30	10	0,20	0,24	0,30	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,45	0,49	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,6	0,62	
	30	10	10	0,17	0,20	0,26	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,42	0,45	0,47	0,49	0,51	0,54	0,56	0,57	0,58	

Люцетта	70	50	30	0,25	0,31	0,39	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,55	0,58	0,61	0,63	0,65	0,68	0,7	0,72	0,74
	70	50	10	0,24	0,3	0,36	0,41	0,43	0,44	0,45	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,58	0,61	0,63	0,64	0,65
	50	30	10	0,2	0,24	0,3	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,45	0,49	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,6	0,62
Світильники з лампами ДРЛ																				
УПД ДРЛ	70	50	30	0,3	0,37	0,42	0,45	0,47	0,49	0,51	0,55	0,59	0,62	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79
	70	50	10	0,3	0,36	0,40	0,43	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,63	0,66	0,67	0,69	0,70
	50	30	10	0,23	0,30	0,33	0,37	0,40	0,41	0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,63	0,66
	30	10	10	0,20	0,27	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,44	0,48	0,50	0,53	0,54	0,57	0,58	0,59	0,61	0,63
Світильники з люмінесцентними лампами																				
ЛБ,ЛД, ЛДЦ,	70	50	30	0,28	0,33	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,80
02, 04, 05,	70	50	10	0,27	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,54	0,57	0,59	0,62	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70
06	50	30	10	0,21	0,25	0,30	0,33	0,37	0,40	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57	0,58	0,61	0,62	0,64	0,67
	30	10	10	0,18	0,22	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,58	0,6	0,61	0,65
ОД	70	50	30	0,31	0,37	0,42	0,45	0,48	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58	0,6	0,62	0,64	0,66	0,67	0,68	0,7
	70	50	10	0,30	0,33	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48	0,51	0,52	0,55	0,57	0,59	0,6	0,62	0,64	0,65	0,66
	50	30	10	0,23	0,3	0,35	0,39	0,42	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52	0,55	0,57	0,59	0,6	0,61	0,63	0,64
ЛСПО 1-2	70	50	30	0,27	0,33	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,68	0,72
	70	50	10	0,25	0,31	0,33	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47	0,5	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,63
	50	30	10	0,23	0,29	0,33	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,56	0,56	0,58
	30	10	10	0,22	0,26	0,3	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57
ЛОУ-2	70	50	30	0,28	0,31	0,36	0,39	0,43	0,46	0,48	0,51	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,74
	70	50	10	0,26	0,29	0,34	0,37	0,40	0,42	0,44	0,47	0,5	0,53	0,55	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,65
	50	30	10	0,19	0,23	0,28	0,30	0,34	0,36	0,38	0,41	0,45	0,48	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59
	30	10	10	0,17	0,20	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36	0,4	0,42	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,56
ЛДОР	70	50	10	-	-	-	-	-	0,43	0,45	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,63	0,64	0,67

Таблиця 1.3 - Світловий потік ламп розжарювання загального призначення

Потужність Вт	Тип лампи	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік, лм
15	В	135	150	Б	2100
25	В	200	200	Г	2800
40	Б	490	200	Б	2920
40	Б <sub>к</sub>	520	300	Г	4600
60	Б	820	500	Г	8300
60	Б <sub>к</sub>	875	750	Г	13100
100	Б	1560	1000	Г	18600
100	Б <sub>к</sub>	1630	1500	Г	29000
150	Г	2280			

Таблиця 1.4 - Номінальний світловий потік люмінесцентних ламп

Номінальна потужність, Вт	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	500	590	675	700	760
20	820	920	935	975	1060
30	1450	1640	1720	1720	2100
40	2100	2340	3000	3000	3120
60	3050	3570	3820	3980	4650
80	3740	4070	4440	4440	5220

Умовні позначення: ЛД – денного світла, ЛДЦ – денного світла з поліпшеною передачею кольору, ЛХБ – холодного білого кольору, ЛБ – білого кольору, ЛТБ – теплого білого кольору.

## **2 Порядок виконання роботи**

2.1 Зробіть розрахунок світлового потоку лампи, який забезпечить нормативну штучну освітленість в офісному приміщенні. Стіни та стеля в приміщенні пофарбовані у світло-зелений колір, на підлозі – керамічна плитка світлого кольору. На вікнах світлі жалюзі. Інші дані, необхідні для розрахунку, наведені в табл. 3.1 (номер варіанта видає викладач).

2.2 За розрахованим значенням світлового потоку визначте потужність лампи.

2.3 Зробіть розрахунок необхідної кількості ламп за умови, що в офісному приміщенні для створення штучного освітлення буде використано лампи типу ЛБ потужністю 40 Вт кожна.

## **3 Питання для обговорення**

3.1 Назвіть основні характеристики ламп.

3.2 Назвіть переваги та недоліки ламп розжарювання.

3.3 Назвіть переваги та недоліки люмінесцентних ламп.

3.4 Розкрийте суть метода вимірювання штучної освітленості.

3.5 Назвіть методи розрахунку штучного освітлення приміщень. Дайте їх стислу характеристику.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані

№ з/п	Геометричні параметри приміщення			Характеристика світильників					Висота робочої поверхні, $h_p$
	Висота приміщення, Н	Довжина приміщення, L	Глибина приміщення, В	Кількість ламп	Тип ламп	Кількість світильників	Тип світильників	Відстань від стелі до нижньої частини світильника, $h_c$	
1	3,7	6,0	4,5	2	ЛД	6	ЛОУ	0,1	0,8
2	3,0	6,0	3,0	4	ЛД	8	ЛОУ	0,1	0,9
3	3,5	6,0	6,0	2	ЛДЦ	6	ЛОУ	0,2	0,8
4	3,0	6,0	2,5	4	Г	10	Люцета	0,15	0,7
5	3,5	9,0	5,5	2	Б	10	Астра		0,7
6	4,0	9,0	6,0	2	ЛД	10	ОД	0,1	0,7
7	3,5	9,0	5,0	2	Г	4	Люцета	0,1	0,8
8	2,7	6,0	2,6	4	ЛД	6	ОД	0,2	0,7
9	2,7	6,0	3,0	2	ЛД	6	ОД	0,15	0,7
10	3,0	6,0	3,5	4	ЛД	6	ОД	0,2	0,8
11	3,0	6,0	4,0	4	Г	6	Люцета	0,1	0,8
12	3,5	6,0	4,5	2	Б	6	Астра	0,2	0,7
13	3,5	6,0	4,2	2	ЛДЦ	6	ЛОУ	0,15	0,8
14	3,5	6,0	3,0	2	ЛДЦ	6	ЛОУ	0,2	0,8
15	4,0	6,0	4,5	4	ЛД	8	ЛОУ	0,1	0,8
16	3,0	9,0	5,0	4	ЛДЦ	10	ОД	0,15	0,8
17	3,2	9,0	6,0	2	ЛД	6	ОД	0,2	0,7
18	3,2	6,0	3,2	2	Г	4	Люцета	0,1	0,7
19	2,7	6,0	3,0	4	Г	4	Люцета	0,2	0,8
20	2,5	6,0	3,2	4	ЛДЦ	10	ОД	0,1	0,8
21	4,0	9,0	5,0	4	ЛД	8	ЛОУ	0,15	0,7
22	4,0	9,0	4,0	2	ЛД	10	ЛОУ	0,1	0,8
23	4,5	9,0	5,5	2	Бк	10	Астра	0,2	0,7
24	3,5	9,0	6,0	2	Бк	10	Астра	0,1	0,8
25	4,0	9,0	6,0	2	ЛД	8	ОД	0,2	0,8

# ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

**Тема:** розрахунок захисного занулення

**Мета:** придбання навичок у розв'язанні задач з вибору конструкції та розрахунку захисного занулення на вимикаючу здатність

## 1 Методично-інформаційний матеріал

Занулення здійснюється в чотирьохпровідникових мережах з глухозаземленою нейтраллю з напругою до 1000В.

Зануленням називається навмисне з'єднання корпусів електрообладнання, які можуть випадково опинитись під напругою, з багаторазово заземленим нульовим провідником (рисунок 5.1).

Принцип дії занулення – перетворення замикання на корпус в однофазне замикання, при якому спрацьовує захист (топкі вставки, автомати) і електропристрій вимикається, при цьому  $I_{к.з.} \geq kI_H$ .

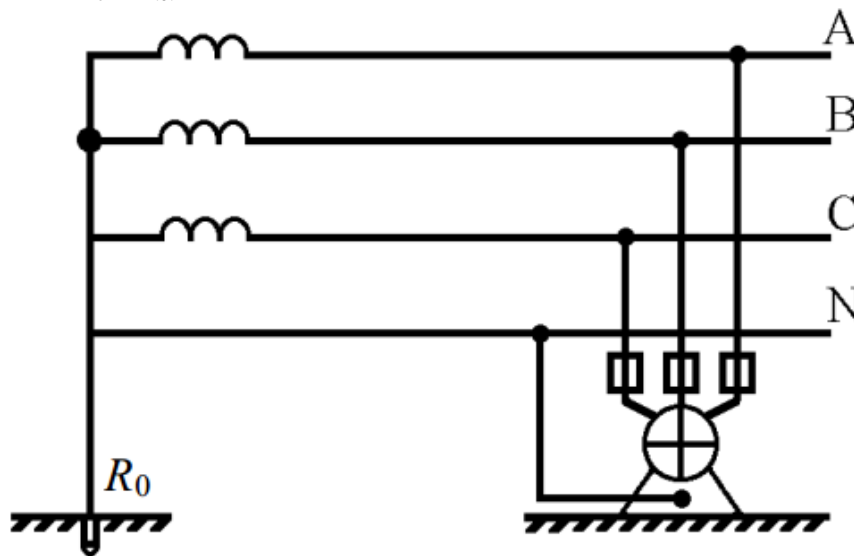


Рисунок 1.1 – Схема занулення обладнання

Коефіцієнт кратності  $k$  визначається в залежності від типу запобіжника: для теплових автоматів і топких вставок  $k \geq 3$ ; для вибухонебезпечних приміщень  $k \geq 4$ .

Опір заземлення нейтралі джерела струму  $R_0$  повинен бути 2, 4, 6 Ом при трьохфазній напрузі джерела 660, 380 і 220В відповідно ССБТ. Ці вимоги продиктовані умовою, щоб повний опір кола "фаза-нуль" забезпечував в аварійній ситуації струм короткого замикання  $I_{к.з.} \geq 3I_{ном.}$ .

При короткому замиканні фази на корпус (рисунок 1.2) до спрацьовування захисту на всіх елементах ланцюга занулення з'явиться напруга. Внаслідок того, що в контурі протікання струму короткого замикання (джерело струму, кола "фаза-нуль", нульовий захисний дріт) знаходяться елементи, які мають певний індуктивний і активний опір то за місцем замикання на всіх металевих частинах

електрообладнання, які під'єднані до нульового дроту, може утворитися небезпечна напруга, наприклад, в мережі 380/220В вона може досягти 147В.

При розриві нульового захисного дроту напруга відносно землі нульового дроту і приєднаних до нього корпусів електроприладів може досягнути фазної напруги.

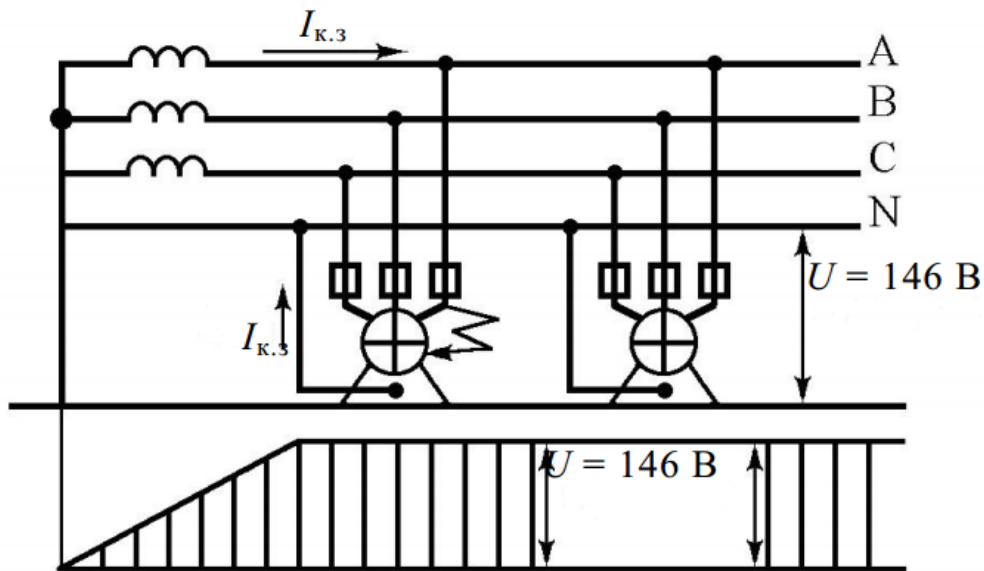


Рисунок 1.2 – Схема замикання на корпус зануленого обладнання

Повторні заземлення  $R_{п}$  призначаються для зниження цієї напруги як при суцільному (цілому), так і з неполадками (має розрив) нульовому дроті. Тобто, основні вимоги до нульового дроту є малий активний опір і відсутність можливих точок від'єднання або розриву.

У ролі нульових захисних провідників ПУЕ рекомендують використовувати неізолювані або ізолювані провідники, а також металеві конструкції будівель, підкранові рельси, сталеві труби електропроводників і т.п. Рекомендується використовувати нульові робочі дроти одночасно і як нульові захисні. При цьому нульові робочі дроти повинні мати достатню провідність (не менше 50% провідності фазного дроту) і не повинні мати запобіжників і вимикачів.

Згідно ПУЕ повторному заземленню піддаються лише нульові робочі провідники повітряних ліній (велика імовірність розриву нульового дроту). При цьому повторне заземлення виконують на відстані більше 200м, а також на вводах повітряних ліній в електроустановки, які підлягають зануленню. Опір повторних заземлювачів згідно ССБТ не повинен перевищувати 15, 30, 60 Ом відповідно для 220, 380 і 660В трьохфазної напруги джерела.

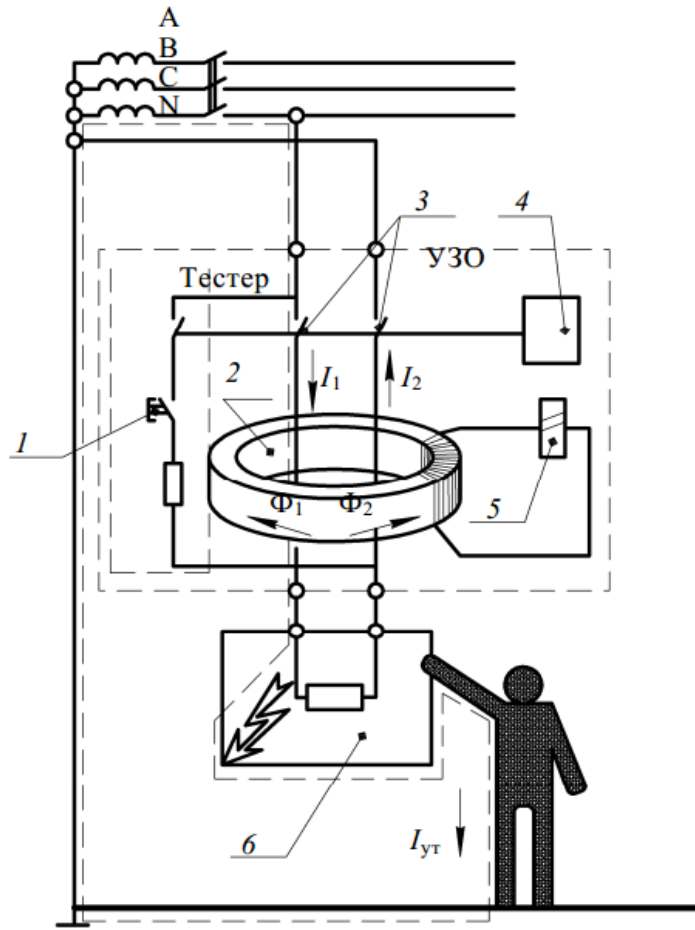


Рисунок 1.3 – Схема устрою захисного відключення

- 1 – кнопка тестування, 2- трансформатор тока утечки, 3 – контакти,  
 4 – механізм відключення, 5 – обмотка магнітоелектричної защілки,  
 6 - електрообладнання

### Розрахунок занулення на відключаючу здатність

Мета розрахунку занулення полягає у визначенні умов, при яких воно надійно і швидко відключає пошкоджену електроустановку від мережі і одночасно забезпечує безпеку дотику людини до занулених частин установки в аварійний період.

При замиканні фази на занулений корпус електроустановка автоматично відключається, якщо значення струму однофазного короткого замикання (тобто між фазним і нульовим захисними провідниками)  $I_K$ , А, задовольняє умові:

$$I_K \geq k * I_{ном.}, \quad (1.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт кратності номінального струму ( $I_{ном.}$ , А) плавної вставки запобіжника або вставки струму спрацювання автоматичного вимикача, А.

Модуль струму короткого замикання, А, вираховується за приблизною формулою:

$$I_{K3} = U_{\phi} / (Z_T / 3 + Z_n), \quad (1.2)$$

де  $Z_T$  і  $Z_n$  – модулі повного опору обмоток джерела живлення і повного опору петлі фаза – нуль.

Повний опір петлі фаза нуль визначається:

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_{\phi} + \sum R_{H.3})^2 + (\sum X_{\phi} + \sum X_{H.3} + X_n)^2}, \quad (1.3)$$

де  $R_{\phi} + R_{H.3}$  – активний опір петлі фаза – нуль.

Значення  $R_{\phi}$  і  $R_{H.3}$  для провідників із кольорових металів (мідь, алюміній) визначають по відомим даним: січення  $S$ ,  $\text{мм}^2$ , довжини  $l$  і матеріалу провідників.

Активний опір визначається:

$$R = \rho * l / S, \quad (1.4)$$

де  $\rho$  - питомий опір провідника (для міді 0,018, а для алюмінію 0,028  $\text{Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}$ ). (Січення нульового захисного провідника  $S_{H*3}$ ,  $\text{мм}^2$ , приймається з умови, що  $R_{H.3} \leq 2 * R_{\phi}$ , тобто якщо фазні і нульові захисні провідники виконані з одного металу, то  $S_{H*3} \geq 0.5 * S_{\phi}$  (де  $S_{\phi}$  – січення фазного провідника,  $\text{мм}^2$ ), якщо з різних металів, наприклад, фазний з міді, а нульовий захисний з алюмінію, то

$$S_{H*3} \geq 0.8 * S_{\phi}. \quad (1.5)$$

Значення  $Z_T$  залежить від потужності трансформатора і схеми з'єднання його обмоток, а також від конструктивного виконання трансформатора (табл.№1).

Значення  $X_{\phi}$  і  $X_{H.3}$  для мідних і алюмінієвих провідників порівняно малі (біля 0,0156  $\text{Ом/км}$ ), тому ними можна знехтувати.

Значення ( $X_n$ ,  $\text{Ом/км}$ ) можна визначити за формулою (для ліній прокладених у повітрі)

$$X_n = 0,1256 * \ln(2D/d). \quad (1.6)$$

$D$  – віддаль між проводами

$d$  - діаметр

В наближених розрахунках зовнішній індуктивний питомий опір  $X'_n$  для внутрішньої проводки складає 0,3  $\text{Ом/км}$  і 0,6  $\text{Ом/км}$  для повітряних ліній (при віддалі між проводами, що відповідають нормам).

$$X_n = X'_n * l \quad (1.7)$$

$l$  – довжина.



Таблиця - 1.1 Наближенні значення повних опорів  $Z_T$  обмоток масляних трансформаторів

Потужність трансформатора, кВА	Номинальна напруга обмоток вищої напруги, кВ	$Z_T$ Ом при схемі з'єднання обмоток	
		$Y/Y_n$	$\Delta/Y_H$ $Y/Z_n$
25	6,,10	3,11	0,906
40	6,,10	1,949	0,562
63	6,,10	1,237	0,36
	20,,35	1,136	0,407
100	6,,10	0,799	0,226
	20,,35	0,764	0,327
160	6,,10	0,487	0,141
	20,,35	0,478	0,203
250	6,,10	0,312	0,09
	20,,35	0,305	0,13
400	6,,10	0,195	0,056
	20,,35	0,191	„
630	6,,10	0,129	0,042
	20,,35	0,121	„
1000	6,,10	0,081	0,027
	20,,35	0,077	0,032
1600	6,,10	0,054	0,017

### Приклад розрахунку

Розрахувати занулення для чотирьохпровідної лінії 380/220, яка складається з 2-х ділянок:  $l_1 = 400\text{м}$ ;  $l_2 = 100\text{м}$ , виконаних з мідних проводів, площа січення яких відповідно  $S_1 = 50\text{мм}^2$  і  $S_2 = 20\text{мм}^2$  живиться від трансформатора потужністю 400 кВ.А, 6/0,4 кВ зі схемою з'єднання обмоток “зірка зигзаг з нулем”.

### Розв'язання

Необхідно знайти значення струму однозначного короткого замикання  $I_K$  і визначити  $I_{ном}$ , вибрати тип запобіжника.

$$I_K \geq k * I_{ном},$$

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_m / 3 + \sqrt{(\sum R_\phi + \sum R_{H.3})^2 + (\sum X_\phi + \sum X_{H.3} + X_n)^2}}$$

З таблиці 1 знаходимо повний опір трансформатора  $Z_T = 0.056 \text{ Ом}$ .

Визначаємо опір фазного і нульового захисних провідників  $R_\phi$ ,  $R_{H.3}$ ,  $X_\phi$ ,  $X_{H.3}$  і  $X_n$  на ділянці  $l_1 = 400\text{м}$ ;  $l_2 = 100\text{м}$ .

$$R_{\phi 1} = \rho * l_1 / S_1 = \frac{0,018 * 400}{50} = 0,144 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 2} = \rho * l_2 / S_2 = \frac{0,018 * 100}{20} = 0,09 \text{ Ом}$$

Оскільки фазний провід мідний, приймаємо  $X_\phi = 0$ .

$$R_{н.31} = \rho * l_1 / S_{н.31} = \frac{0,018 * 400}{25} = 0,072 \text{ Ом}$$

$$S_{н.3} \geq 0.5 * R_\phi; \text{ тому приймаємо } S_{н.31} = 25 \text{ мм}^2 \text{ і } S_{н.32} = 10 \text{ мм}^2$$

$$R_{н.32} = \rho * l_2 / S_{н.32} = \frac{0,018 * 100}{10} = 0,18 \text{ Ом}$$

Оскільки фазний провід мідний, приймаємо  $X_{н.3} = 0$ .

Зовнішній індуктивний опір 1 км петлі фаза – нуль приймаємо  $X'_n = 0,6 \text{ Ом/км}$ , тоді

$$X_{n1} = X'_{n1} * l_1 = 0.6 * 0.4 = 0.24 \text{ Ом}$$

$$X_{n2} = X'_{n2} * l_2 = 0.6 * 0.1 = 0.06 \text{ Ом}$$

Опір петлі проводів “фазний-нульовий”:

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_\phi + \sum R_{н.3})^2 + (\sum X_\phi + \sum X_{н.3} + X_n)^2} = \\ = \sqrt{(0.234 + 0.252)^2 + 0.3^2} = 0.31 \text{ Ом}$$

Струм короткого замикання  $I_K = \frac{U_\phi}{Z_n + Z_T / 3}$ ;

$$I_K = \frac{220}{0.31 + 0.056 / 3} = \frac{220}{0.329} = 709,7 \text{ А}$$

$$I_{ном} = \frac{I_K}{k} = \frac{709,7}{3} = 236,6 \text{ А}$$

$k \geq 3$  для плавк. запобіжника

Вибираємо запобіжник ПН 2-250 на  $I_{i\dot{i}} = 200 \text{ А}$  (з таблиці 5. 2)

Таблиця 1.2 - Значення  $I_{ном}$  для деяких типів запобіжників

Тип запобіжника	$I_{ном}$ , А
НПН 15	6,10,15
НПН 60М	20,25,35,45,60
ПН2-100	30,40,50,60,80,100
ПН2-250	80,100,120,150,200,250
ПН 2-400	200,250,300,350,400
ПН 2-600	300,400,500,600
ПН 2-1000	500,600,750,800,1000

Напруга на корпусі буде максимальною при струмі короткого замикання  $I_K$

$$U_{н.мах} = I_K Z_n$$

Ця напруга на корпусі не повинна перевищувати допустиму напругу дотику (42 В, а в особливо несприятливих умовах 12 В)

$$U_{н.мах} = U_{д.дон}$$

$U_{д.дон}$  - допустима напруга дотику;

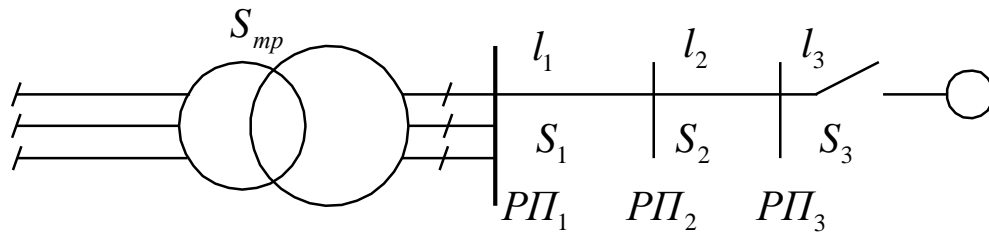
Для зниження напруги корпусу необхідно зменшити опір нульового провідника (збільшити його січення або прокласти паралельно кілька провідників) або застосувати повторне заземлення нульового провідника. При наявності повторного заземлення нульового захисного провідника напруга відносно землі на корпусі

обладнання:

$$U_{\kappa} = I_{\kappa} Z_n \frac{R_n}{R_0 + R_n},$$

де  $R_n$  - опір повторного заземлення, Ом

$R_0$  - опір нейтралі трансформатора, Ом.



Таблиця 1.3 - Варіанти завдань

Варіант		$l_1/S_1$	$l_2/S_2$	$l_3/S_3$	Матеріал провідника Фаза/Нульовий	$S_{mp}$ , кВА
1	20	500/20	100/4	50/2,5	Al/Fe	63
2	19	1000/40	600/6	100/4	Al/Al	400
3	18	600/50	100/10	100/4	Cu/Al	100
4	17	1500/40	300/8	50/1,5	Cu/Al	40
5	16	600/40	250/10	100/4	Cu/Al	100
6	15	800/50	300/6	50/1,5	Cu/Cu	63
7	14	200/20	50/4	100/2,5	Cu/Al	1000
8	13	2000/40	300/4	100/4	Al/Al	25
9	12	1050/50	200/4	25/1,5	Al/Al	160
10	11	400/20	250/6	80/2,5	Cu/Cu	160

## 2 Порядок виконання роботи

2.1 Розрахувати занулення для чотирьохпровідної лінії 380/220, яка складається з 2-х ділянок за вихідними даними свого варіанта наведеними у таблиці 5.3.

2.2 Зробити висновки по отриманим розрахункам

2.3 Відповісти на контрольні питання

## 3 Питання для обговорення

3.1 Що називають зануленням?

3.2 Призначення занулення електроустановок.

3.3 Опір заземлення нейтралі джерела струму  $R_0$

3.4 Мета розрахунку занулення

3.5 У чому полягає розрахунок занулення для чотирьохпровідної лінії

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6**

**Тема:** розрахунки протипожежного водопостачання та евакуації персоналу

**Мета:** придбання навичок у розв'язанні задач з розрахунку протипожежного водопостачання та евакуації персоналу

### **1 Методично-інформаційний матеріал**

#### **Розрахунок протипожежного водопостачання**

На підприємствах відповідно до будівельних норм і правил необхідно мати систему протипожежного водопостачання, елементи якої розраховують відповідно до розрахункових формул та довідкових таблиць, наведених нижче. У розрахунках приймається тривалість гасіння (водопостачання) 3 год, а для будівель I та II ступеня вогнестійкості та категорій Г і Д - 2 год. При проектуванні та встановленні пожежних кранів на системах автоматичного пожежогасіння час їхньої роботи має дорівнювати терміну роботи самих систем автоматичного пожежогасіння. Водогони бувають низького та високого тиску, у розрахунках зазвичай приймають водогони низького тиску. Висота напору у водогоних низького тиску повинна бути не менше 10 м від рівня поверхні землі у випадках одноповерхової забудови, при більшій поверховості на кожний поверх додають 4 м висоти напору. Втрати напору по висоті  $h = 1$  м довжини рукавних ліній визначають за формулою

$$h = 0.00385 \cdot q_n^2, \quad (1.1)$$

де  $q_n$  - продуктивність пожежного струменя, л/с.

Для гасіння пожеж у виробничих та складських будівлях, а також у будівлях управліннь та допоміжних будівлях виробничих підприємств витрату води на внутрішнє пожежогасіння визначають згідно з довідковими таблицями 1.1 - 1.4.

Таблиця 1.1 - Витрата води на зовнішнє пожежогасіння виробничих будівель шириною до 60 м

Ступінь вогнестійкості будівель	Категорія будівлі відповідно до ОНТП24-86	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння виробничих будівель з ліхтарями, а також без них на одну пожежу, л/с, при об'ємах будівель, тис. м <sup>3</sup>						
		до 3	3-5	5-20	20-50	50-200	200-400	400-600
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	г, д	10	10	15	25	35	-	-
III	В	10	15	20	30	40	-	-
IV, V	г, д	10	15	20	30	-	-	-

IV, V	в	15	20	25	40	-	-	-
-------	---	----	----	----	----	---	---	---

Таблиця 1.2 - Витрата води на зовнішнє пожежегасіння виробничих будівель шириною 60 м і більше

Ступінь вогнестійкості будівель	Категорія будівлі відповідно до ОНТП 24-86	Витрата води на зовнішнє пожежегасіння виробничих будівель без ліхтарів на одну пожежу, л/с, при об'ємах будівель, тис. м <sup>3</sup>								
		до 50	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800
I, II	Г, Д	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I, II	А, Б, В	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Таблиця 1.3 - Витрата води на внутрішнє пожежегасіння для виробничих та складських будівель

Ступінь вогнестійкості будівель	Категорія будівлі відповідно до ОНТП 24-86	Кількість струменів та мінімальна витрата води л/с на один струмінь для будівель висотою до 50 м з об'ємом, тис. м <sup>3</sup>				
		до 5	5-50	50-200	200-	400-800
I, II	А, Б, В	2-2,5	2-5	2-5	3-5	4-5
III	В	1-2,5	2-5	2-5	- -	. .
III	Г, Д	. -	2-2,5	2-2,5	- -	. -
IV, V	В	2-2,5	2-5	. .	- -	- -
IV, V	Г, Д	. -	2-2,5	- -	- -	. -

Таблиця 1.4 – Витрата води на внутрішнє пожежегасіння для допоміжних будівель та будівель управлінь промислових підприємств

Параметри будівель промислових підприємств	Кількість струменів	Мінімальна витрата води, л/с. на один струмінь
Будівлі управлінь: - висотою від 6 до 10 поверхів об'ємом до 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
- те ж, об'ємом більше 25000 м <sup>3</sup>	2	2,5
- при кількості поверхів більше 10 та об'ємом до 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5
-те ж, об'ємом більше 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5

Допоміжні будівлі промислових підприємств: - об'ємом від 5000 до 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5
- те ж, об'ємом більше 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5

### Приклад розв'язання

Визначити витрату води на зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі виробничої будівлі, яка належить до категорії В за пожежо- вибухонебезпечністю і має II ступінь вогнестійкості. Загальний об'єм будівлі 4000 м<sup>3</sup>.

Визначення витрат загальної кількості води на зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі, що виникла у виробничій будівлі, виконаємо за формулою :

$$Q_{зов} = 3600 q_1 \cdot T_1, \quad (1.2)$$

де  $q_1$  — витрата води на одну пожежу (див. табл. 1 та 2);

$T_1$  - тривалість зовнішнього гасіння пожежі (для цієї ситуації 3 год),  
тоді:

- на зовнішнє гасіння пожежі

$$Q_{зов} = 3600 \cdot 10 \cdot 3 = 108000 \text{ л,}$$

- на внутрішнє гасіння пожежі

$$Q_{вн} = 3600 \cdot n \cdot q_2 \cdot T_2, \quad (1.3)$$

де  $n$  - кількість струменів (див. табл. 1.3);

$q_2$  — мінімальна витрата води на один струмінь (див. табл. 1.3);

$T_2$  — розрахунковий час роботи пожежних кранів (3 год).

$$Q_{вн} = 3600 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 3 = 5400 \text{ л.}$$

Загальна розрахункова кількість витрати води на зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі для цієї будівлі становитиме

$$Q_{заг} = Q_{зов} + Q_{вн},$$

$$Q_{заг} = 108000 + 54000 = 162000 \text{ л.}$$

**Висновок:** загальна розрахункова кількість витрат води на зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі для заданої ситуації показує, що при проектуванні, реконструкції та будівництві водогону необхідно враховувати подібні надзвичайні екстремальні ситуації з метою надійного і своєчасного забезпечення об'єкта

необхідною кількістю води, а в разі недостатньої кількості передбачити необхідні додаткові резерви.

**Таблиця 1.5 - Варіанти розрахунку**

№ варіанта	Об'єм будівлі, м <sup>3</sup>	Категорія за пожежо-вибухонебезпечністю	Ступінь вогнестійкості
1	2000	А	I
2	678000	Г	III
3	51560	Д	I
4	256870	Б	II
5	780500	В	II
6	6400	Г	IV
7	78900	Г	V
8	4500	Д	V
9	8000	Б	III
10	370000	В	I
11	560000	А	III
12	640600	Г	I
13	150150	Д	V
14	240300	Д	V
15	650000	Б	IV
16	160000	А	III
17	280700	Д	II
18	330300	А	I
19	111100	В	II
20	800000	Г	V

### **Методика розрахунку евакуації людей із приміщень та будівель**

У всіх будівлях і спорудах на випадок пожежі повинна бути передбачена і забезпечена евакуація людей з приміщень, що горять, через так звані евакуаційні виходи. *Виходи вважають евакуаційними, якщо вони ведуть з приміщень:*

а) першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль або сходову клітку;

б) будь-якого поверху, крім першого, в коридор, що веде на сходову клітку, в тому числі через хол. При цьому сходові клітки повинні мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відокремлений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;

в) в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, що забезпечене виходами, вказаними в п. а і б.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено. Мінімальна відстань між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщення визначають за формулою:

$$l = 1,5\sqrt{P}, \quad (1.4)$$

де Р- периметр приміщення, м.

Кількість евакуаційних виходів з будівель, з кожного поверху та приміщень необхідно приймати згідно з вимогами нормативних актів та стандартів, однак не менше двох. Слід зазначити, що існує низка винятків, коли допускається один евакуаційний вихід або використання як другого виходу інших пристосувань для евакуації, зокрема зовнішньої пожежної металеві драбини.

Не допускається влаштовувати евакуаційні виходи через приміщення категорій А і Б, а також через виробничі приміщення в будівлях ІІБ, ІV, ІVа та V ступенів вогнестійкості. Відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з приміщення безпосередньо назовні або на сходову клітку не має перевищувати значень, регламентованих нормативними документами, наведеними в табл. 1.6.

Розрахунковий час евакуації людей троз. визначають як суму часу руху людського потоку на окремих відрізках шляху  $t_i$  за формулою :

$$t_{роз.} = t_1 + t_2 + \dots t_i \quad (\text{хв}). \quad (1.5)$$

**Таблиця 6.6 - Максимальна допустима відстань від найвіддаленішого робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення**

Об'єм приміщення, тис.м <sup>3</sup>	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб на 1 м <sup>2</sup>		
			до 1	більше 1	більше 3 до 5
До 15	А, Б	І, ІІ, ІІа	40	25	15
	В	І, ІІ, ІІІ, ІІа, ІІб, ІV, V	100 70 50	60 40 30	40 30 20
30	А, Б	І, ІІ, ІІа	60	35	25
	В	І, ІІ, ІІІ, ІІа, ІІб, ІV	145 100	85 60	60 40
40	А, Б	І, ІІ, ІІа	80	50	35
	В	І, ІІ, ІІІ, ІІа, ІІб, ІV	160 110	95 65	65 45
50	А, Б	І, ІІ, ІІа	120	70	50
	В	І, ІІ, ІІІ, ІІа	180	105	75
60 і більше	А, Б	І, ІІ, ІІа	140	85	60
60	В	І, ІІ, ІІІ, ІІа	200	ПО	85



80 і більше	В	I, II, III, IIIa	240	140	100
Незалежно від об'єму	Г,Д	I, II, IIIa, IIIб, IV, V	Не обмежується 160 120	Не обмежується 95 70	Не обмежується 65 50

**Примітка.** Щільність людського потоку визначають як відношення кількості людей, що евакуюються по загальному проході, до площі цього проходу (коридору).

Відстань по коридору від дверей найвіддаленішого приміщення площею не більше ніж 1000 м<sup>2</sup> до найближчого виходу назовні або на сходову клітку не повинна перевищувати значень, наведених в табл. 1.7.

Ширину евакуаційних виходів (дверей) із приміщень визначають залежно від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід, та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей) згідно з даними табл. 1.8.

Ширину евакуаційного виходу (дверей) із коридору назовні або на сходову клітку необхідно приймати залежно від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід, та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей), але не менше 0,8 м (табл. 1.9).

Таблиця 1.7 - Максимальна допустима відстань від дверей найвіддаленішого приміщення до найближчого виходу назовні або на сходову клітку

Розміщення виходу	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості	Відстань по коридору, м, до виходу назовні або на сходову клітку при кількості людського потоку в коридорі, осіб на 1м <sup>2</sup>			
			ДО 2	більше 2	більше 3 до 4	більше 4 до 5
Між 2 виходами назовні або сходовими клітками	А, Б	I, II, IIIa	60	50	40	35
	В	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	120 85 60	95 65 50	80 55 40	65 45 35
	Г,Д	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	180 125 90	140 100 70	120 85 60	100 70 50
У тупиковий коридор	Незалежно від категорії	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	30 20 15	25 15 10	20 15 10	15 10 8

**Примітка.** Щільність людського потоку визначають як відношення кількості людей, що евакуюються по загальному проходу, до площі цього проходу (коридору).

Таблиця 1.8 - Кількість людей на 1 м ширини виходу (дверей)

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1м евакуаційного виходу, осіб
До 15	А, Б	I, II, IIIa	45
	В	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	75 55
30	А, Б	I, II, IIIa,	65
	В	I, II, III, IIIa, IIIб, IV	155 110
40	А, Б	I, II, IIIa	85
	В	I, II, III, IIIa, IIIб. IV	175 120
50	А, Б	I, II, IIIa	130
	В	I, II, III, IIIa, IIIб	195 135
60 і більше	А, Б	I, II, IIIa	150
60	В	I, II, III, IIIa, IIIб	220 155
80 і більше	В	I, II, III, IIIa	260
Незалежно від об'єкта	Г,Д	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	260 180 130

Таблиця 1.9 - Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (дверей) з коридору

Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (дверей) з коридору, осіб
А, Б	I,II,IIIa	85
В	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	120 175 85
Г,Д	I, II, III, IIIa, IIIб, IV, V	260 180 130

Ширину сходового маршу необхідно приймати не меншою від розрахункової величини евакуаційного виходу (дверей) із поверху з найбільш широкими дверима на сходову клітку, але не менше 1 м.

Евакуаційні шляхи (коридори, проходи, виходи, сходові марші та площадки, тамбури тощо) мають забезпечувати евакуацію всіх людей, які знаходяться у приміщеннях будівель і споруд, протягом необхідного часу евакуації (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 - Необхідний час евакуації, хв, із виробничих будівель I, II і III ступенів вогнестійкості

Категорія приміщення (будівлі)	Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>				
	до 15	30	40	50	60 і більше
А, Б,	0,5	0,75	1	1,5	1,75
В	1,25	2	2	2,5	3
Г,Д	Не обмежується				

Час руху людського потоку на першому відрізку шляху визначаємо за формулою :

$$t = \frac{L_1}{V_1} \text{ (хв)}, \quad (1.6)$$

де  $L_1$  - довжина першого відрізка, м;

$V_1$  - швидкість руху людського потоку на першому відрізку, м/с.

Щільність потоку на цьому відрізку шляху  $D_1$ , визначається за формулою :

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1} \text{ (м}^2 \text{/ м}^2 \text{)}, \quad (1.7)$$

де  $N_1$  - число осіб на першому відрізку;

$f$ - середня площа горизонтальної проекції людини:

- дорослого у літньому одязі - 0,1 м<sup>2</sup>;

- дорослого у зимовому одязі — 0,125 м<sup>2</sup>;

- підлітка - 0,07 м<sup>2</sup>;

$\delta_1$  — ширина першого відрізка, м.

Значення швидкості  $v$ , а також інтенсивності руху людського потоку  $q$  залежно від його щільності  $D$  наведено в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 - Значення швидкості  $v$  та інтенсивності  $q$  руху людського потоку залежно від його щільності  $D$

Щільність потоку, $\text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний отвір	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість, $\text{м}/\text{хв.}$	Інтенсивність, $\text{м}/\text{хв.}$	Інтенсивність, $\text{м}/\text{хв.}$	Швидкість $\text{м}/\text{хв.}$	Інтенсивність, $\text{м}/\text{хв.}$	Швидкість, $\text{м}/\text{хв.}$	Інтенсивність, $\text{м}/\text{хв.}$
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,5	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,8
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 і більше	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Інтенсивність руху людського потоку визначають за формулою :

$$q = D \cdot v \text{ (м/хв або осіб/хв)}, \quad (1.8)$$

Інтенсивність руху не залежить від ширини евакуаційного шляху і є функцією щільності.

Пропускна здатність потоку визначають за формулою :

$$Q = D \cdot v \cdot \delta (m^2 / xiv.), \quad (1.9)$$

Швидкість руху людського потоку  $v$ , на наступних після першого відрізках шляху приймають за табл. 1.11 залежно від інтенсивності руху потоку. Інтенсивність руху потоку на кожному відрізку

$$q_i = \frac{q_{i-1} \delta_{i-1}}{\delta_i} (m / xv.), \quad (1.10)$$

де  $\delta_i, \delta_{i-1}$  - ширина розглянутого  $i$ -го та безпосередньо перед ним ( $i-1$ ) відрізках шляху, м;

$q_i, q_{i-1}$  - значення інтенсивності руху потоку на розглянутому  $i$ -му та безпосередньо перед ним ( $i-1$ ) відрізках шляху, м/хв.

Якщо  $q_i$  менше або дорівнює  $q_{max}$ , то час руху на відрізку шляху можна визначити за формулою :

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (1.11)$$

При цьому значення  $q_{max}$  слід приймати рівним, м/хв:

- для горизонтальних шляхів – 16,5;
- для дверних отворів – 19,6;
- для сходів вниз – 16;
- для сходів вгору – 11.

Якщо значення  $q_i$  більше за  $q_{max}$ , то ширину  $q_i$  конкретного відрізку шляху слід збільшити так, щоб витримувалась умова  $q_i \leq q_{max}$ .

Коли неможливо виконувати цю умову, інтенсивність та швидкість руху потоку на відрізку шляху / визначають за табл. 1.11 при значенні  $D = 0,6$ .

У разі злиття на початку відрізку  $i$  двох та більше людських потоків інтенсивність руху визначають за формулою :

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} q_{i-1}}{q_i} (m / xv.), \quad (1.12)$$

де  $q_{i-1}$  - інтенсивність руху людського потоку при злитті на початку відрізку, м/хв;

$\delta_{i-1}$  - ширина відрізку шляху до злиття, м;

$\delta_i$  - ширина розглянутого  $i$ -го відрізку шляху, м.

Якщо значення  $q_i$  більше за  $q_{\max}$ , то ширину  $q_i$  конкретного відрізка шляху слід збільшити.

Двері на шляхах евакуації відкриваються зазвичай назовні із приміщення, а дверні отвори роблять без порогів.

Всі будинки висотою від 10 до 20 м обладнують вертикальними зовнішніми металевими сходами (драбинами) шириною 0,6 м. При висоті будинків більше 20 м влаштовують похилі пожежні сходи шириною 0,7 м з нахилом не більше 6:1 та з проміжковими площадками, що знаходяться зазвичай біля вікна не менш як через 8 м по висоті. Пожежні сходи розташовують на віддалі по периметру будинку не більше 200 м.

### Приклад розв'язання

Механічний цех, який за вибухопожежною та пожежною небезпекою належить до категорії D, має довжину  $a = 120$  м, ширину  $b = 60$  м та висоту  $h = 10$  м (рис. 1.1).

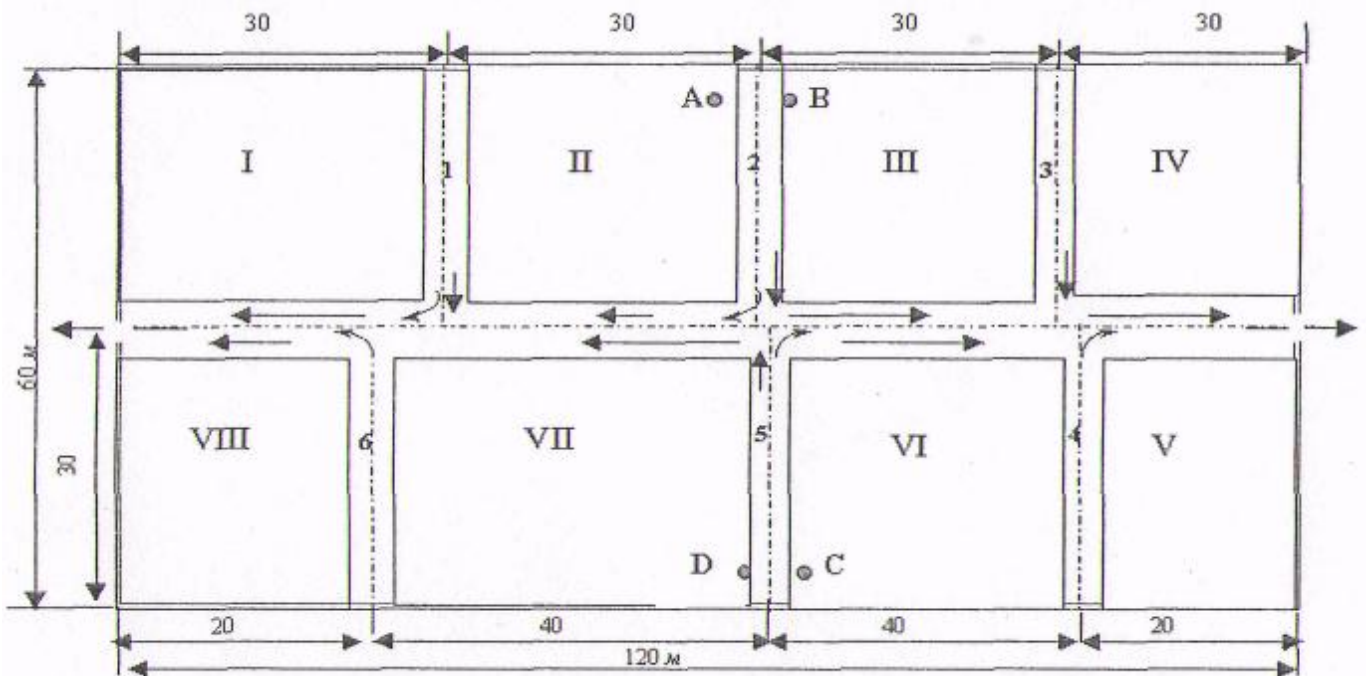


Рисунок 1.1- Загальний схематичний план цеху

Цех розташований в одноповерховій будівлі, ступінь вогнестійкості якої Шб. Один центральний поздовжній проїзд шириною 4,5 м та 6 поперечних проходів шириною 1,5 м поділяють цех на 8 дільниць. З обох сторін проїзду встановлені ворота з дверима для проходу людей, які в умовах вимушеної евакуації відіграють роль евакуаційних виходів. В найбільшій зміні працює 1000 осіб.

Визначити відповідність заходів щодо евакуації людей із приміщення механічного цеху до встановлених норм пожежної безпеки та розрахувати можливий час евакуації.

Приймаємо, що кількість працівників заводу управління та інших цехів, які можуть опинитися в цьому цеху за службовими потребами, становить 5% від загального числа працівників цеху. Тоді загальна кількість працівників, які можуть знаходитись у цеху, становить:

$$100 + 0,05 \cdot 1000 = 1050 \text{ осіб.}$$

Оскільки проходи 2 та 5 розділяють цех на дві половини з майже однаковою кількістю працівників, то приймаємо, що на один евакуаційний вихід припадає 525 осіб. Найвіддаленішими від евакуаційних виходів є робочі місця, умовно позначені на рис. 1.1 точками А, В, С, Д.

Відстані від цих робочих місць до евакуаційних виходів однакові і становлять 90 м (30+60). Перевіримо, чи відповідає це значення нормативним даним, що регламентовані стандартами. Для цього визначимо щільність людського потоку в загальному проході Z. На один прохід припадає 525 осіб, а його площа від найвіддаленіших робочих місць становить

$$60 \cdot 4,5 + 30 \cdot 1,5 = 315 \text{ м}^2, \text{ то } Z = 525/315 = 2,0 \text{ особи на } 1 \text{ м}^2.$$

Відповідно до вимог норм (див. табл. 1.4) максимально допустима відстань від найвіддаленішого робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення при такому значенні Z та об'ємі цеху 72 000 м<sup>2</sup> становить 95 м. В нашому випадку ця вимога виконується.

Визначимо необхідну (мінімальну) ширину евакуаційного виходу, якщо відомо, що нормована кількість людей на 1 м ширини такого виходу становить 180 осіб (див. табл. 1.8), а на кожен із виходів припадає 525 осіб:

$$B = 525/180 = 2,9 \text{ м.}$$

У нашому випадку ширина воріт, яка дорівнює ширині проїзду і становить 4,5 м, відповідає цій вимозі.

Визначимо розрахунковий час евакуації з механічного цеху  $t_{\text{ЕВ.РОЗР}}$ , врахувавши, що найбільшим він буде для людей, які працюють на найвіддаленіших робочих місцях. Оскільки на ділянках II та III працює відповідно 95 та 115 осіб, а на ділянках VI та VII - 130 та 140 осіб, то розрахунок проводимо для робочих місць С та Д, попередньо прийнявши, що через прохід 5 буде виходити половина людей, які працюють на ділянках VI та VII (інші працівники цих ділянок будуть виходити через проходи 4 та 6). Таким чином,

$$t_{\text{ЕВ.РОЗР}} = t_1 + t_2, \quad (1.13)$$

де  $t_1$  - час евакуації визначеної кількості працівників ділянок VI та VII

по проході 5, хв;

$t_2$  - час евакуації працівників ділянок III, IV, V, VI по проїзду до виходу, хв.

Визначимо щільність потоку людей у проході 5 ( $D_1$ ) та в проїзді цеху (D2) за формулами :

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1}; \quad (1.14)$$

$$D_1 = \frac{(130/2 + 140/2) \cdot 0,125}{30 \cdot 1,5} = 0,36 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

$$D_2 = \frac{N_2 f}{l_2 \delta_2}; \quad (1.15)$$

$$D_2 = \frac{525 \cdot 0,125}{60 \cdot 4,5} = 0,24 (\text{м}^2 / \text{м}^2)$$

Скориставшись одержаними значеннями, визначимо за табл. 1.10 швидкість потоку людей у проході 5 ( $v_1 = 40$  м/хв) та проїзді цеху ( $v_2 = 47$  м/хв). Визначаємо значення  $t_1$  та  $t_2$ :

$$t_1 = l_1 / v_1 = 30 / 40 = 0,75 \text{ хв.}$$

$$t_2 = l_2 / v_2 = 60 / 47 = 1,27 \text{ хв.}$$

Таким чином, розрахунковий час евакуації людей із механічного цеху становить близько

2 хв., необхідний же час евакуації при заданих умовах не обмежується (див. табл. 1.10).

## **2 Порядок виконання роботи**

- 2.1 Зробити розрахунок протипожежне водопостачання та евакуації людей із приміщень та будівель за вихідними даними свого варіанта наведеними у табл. 3.1.
- 2.2 Зробити висновки по отриманим розрахункам
- 2.3 Відповісти на контрольні питання

## **3 Питання для обговорення**

- 3.1 Назвіть елементи системи протипожежного водопостачання.
- 3.2 У яких випадках виходи вважають евакуаційними?
- 3.3 Вимоги до обладнання пожежних сходів у будинках.



Таблиця 3.1 - Розрахункові варіанти приміщення

<i>№ варіанта</i>	<i>Категорія за пожежо- вибухонебезпечністю</i>	<i>Довжина а, м</i>	<i>Ширина b, м</i>	<i>Висота h, м</i>
1	А	130	70	10
2	Б	90	55	15
3	В	55	30	10
4	В	30	45	30
5	Г	20	80	25
6	Д	25	35	15
7	В	140	65	20
8	А	75	20	25
9	В	35	75	15
10	Г	95	80	40
11	Д	35	55	15
12	Д	15	30	20
13	А	38	250	25
14	В	45	15	25
15	В	75	55	10
16	Г	95	48	15
17	Д	110	65	10
18	А	115	160	20
19	В	125	165	15
20	Д	140	170	15

# ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## Основна література

- 1 Березуцький В.В., Бондаренко Т.С., Валенко Г.Г. та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького Основи охорони праці: – Х.: Факт, 2005. – 480 с.
- 2 Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник — Львів: УАД, 2006 – 336 с.
- 3 Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
- 4 Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2009. – 540 с.
- 5 Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009. – 295 с.
- 6 Ткачук К.Н., М.О.Халімовський, В.В.Зацарний та ін. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання – К.: Основа, 2011 – 448 с.

## Додаткова література

- 1 Березуцький В. В., Бондаренко Т. С., Васьковець Л. А. Лабораторний практикум з курсу «Основи охорони праці»/ та ін.; За ред. В. В. Березуцького. — Х.: Факт, 2005. — 348 с.
- 2 Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.
- 3 Пістуна І. П. к.т.н., доц. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / . – Львів: “Тріада плюс”, 2010. – 648 с.
- 4 Серіков Я. О. Основи охорони праці: Навч. посіб. – Харків, ХНАМГ, 2007. - 227с.
- 5 Ткачук К. Н., Зацарний В. В., Сабарно Р. В., Каштанов С. Ф., Мітюк Л. О., Третьякова Л. Д., Ткачук К. К., Чадюк А. В. За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. Охорона праці та промислова безпека: Навч. посіб. /– К.: 2009.

## Інтернет-ресурси

- 1 <http://www.dnopr.kiev.ua> - Офіційний сайт Держгірпромнагляду.
- 2 <http://www.mon.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.
- 3 <http://www.mns.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства надзвичайних ситуацій України.
- 4 <http://www.social.org.ua> - Офіційний сайт Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України.
- 5 <http://portal.rada.gov.ua> - Офіційний веб-сайт Верховної Ради України.
- 6 <http://www.iacis.ru> - Офіційний сайт Межпарламентской Ассамблеї держав-учасників (МПА СНГ).
- 7 <http://base.safework.ru/iloenc> - Енциклопедія по охороні та безпеці праці МОТ.
- 8 <http://base.safework.ru/safework> - Бібліотека безпечної праці МОТ.
- 9 <http://www.nau.ua> - Інформаційно-пошукова правова система «Нормативні акти України (НАУ)».