

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності

03-10-120М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних завдань та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Оцінка умов праці»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона
праці» спеціальності 263 «Цивільна безпека»
за всіма формами навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІ будівництва та архітектури
Протокол №4 від 31.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних завдань та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Оцінка умов праці» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона праці» спеціальності 263 «Цивільна безпека» за всіма формами навчання [Електронне видання] / Шаталов О. С. – Рівне : НУВГП, 2024. – 41 с.

Укладач: Шаталов О. С., канд. с-г. наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Відповідальний за випуск: Кухнюк О. М., канд. техн. наук, доцент, в.о. завідувач кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Керівник групи забезпечення спеціальності 263 «Цивільна безпека» Шаталов О. С.

© О. С. Шаталов, 2024
© НУВГП, 2024

Вступ

Умовою високої працездатності працівника є створення безпечних і нешкідливих умов праці. Для забезпечення таких умов праці актуальним є здійснення їхньої оцінки, що забезпечить врегулювання відносин між роботодавцем і працівником у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці.

Метою навчальної дисципліни є формування системних знань щодо аналізу умов праці, методів їх дослідження та регулювання відносин між роботодавцем і найманими працівниками в реалізації їх прав на здорові й безпечні умови праці.

Завдання навчальної дисципліни полягає в набутті умінь комплексної оцінки факторів виробничого середовища і трудового процесу, аудиту умов праці, визначати заходи й засоби з їхньої нормалізації.

Результатами навчання, які набувають здобувачі вищої виконавши практичні завдання є:

уміння визначати обсяг динамічної роботи та показники інтенсивності праці для характеристики трудового процесу з метою гігієнічної оцінки умов праці;

уміння визначати тепловий баланс працівника при роботі в закритих приміщеннях та встановлювати прогнозовану середню оцінку комфорту температурного середовища приміщення;

уміння визначати джерела локальних температурних дискомфортів приміщень та оцінювати величину їхнього впливу на організм людини;

уміння визначати параметри нормування шкідливої дії виробничого шуму;

уміння визначати параметри нормування шкідливої дії виробничої вібрації та встановлювати раціональний режим праці за її впливу на працівника;

уміння визначати динаміку рівня освітленості виробничих приміщень різного ступеня забрудненості.

Вивчення навчальної дисципліни «Оцінка умов праці» передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань

із суміжних навчальних дисциплін – «Промислова екологія», «Системи контролю небезпечних та шкідливих виробничих факторів», «Гігієна та фізіологія праці», «Безпека експлуатації машин та обладнання», цілеспрямовану роботу над вивченням спеціальної літератури, активну роботу на лекціях, практичних, лабораторних заняттях, самостійну роботу.

1. Загальні положення

Структура навчальної дисципліни передбачає виконання практичних занять в загальному обсязі 12 годин.

Практичні заняття є завершальним етапом вивчення лекційного матеріалу і дає можливість набути навичок і вмій за тематикою однієї чи кількох лекцій. Тематика практичних занять та їхня послідовність відображає структуру лекційного матеріалу навчальної дисципліни.

Підготовка до практичного заняття передбачає засвоєння відповідного лекційного матеріалу та рекомендованих навчально-методичних джерел, які наведено в методичних вказівках до виконання кожного практичного заняття. Завдання для виконання практичного заняття видається індивідуально для кожного здобувача вищої освіти.

Оцінювання виконання практичних завдань (% від максимально можливої оцінки):

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Форма звіту з виконаних практичних завдань довільна, і має містити таку структуру:

- тема практичного завдання;
- короткі теоретичні відомості з теми практичного заняття;
- практична частина;
- висновки.

Здобувач вищої освіти заочної форми навчання виконує практичні завдання під час настановної сесії.

2. Практичні завдання

Практичне заняття 1

Розрахунок обсягу динамічної роботи та показників інтенсивності праці

Результат навчання: визначати обсяг динамічної роботи та показники інтенсивності праці для характеристики трудового процесу з метою гігієнічної оцінки умов праці.

Короткі теоретичні відомості

Умови праці визначаються факторами трудового процесу. До цих факторів відносяться фактори важкості та напруженості трудового процесу. Основними показниками факторів важкості праці є: фізичне динамічне навантаження, стереотипні робочі рухи, статичне навантаження, переміщення у просторі.

Фізичне динамічне навантаження (динамічна робота) являє собою найбільш розповсюджений вид рухової активності працівника в процесі праці. За цього навантаження різні частини опорно-рухового апарату можуть брати різну участь у виконанні роботи, тим самим, поєднуючи в собі як динамічне, так і статичне навантаження.

Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну ($\text{кг}\cdot\text{м}$, Вт), визначає загальні енергозатрати організму. Загальні енергозатрати

організму – це така кількість енергії, яка витрачається організмом впродовж доби для збереження своєї стабільної структурно-функціональної цілісності в умовах активної діяльності.

В загалом, загальні енергозатрати організму складаються з таких затрат:

затрати енергії на основний обмін (енергія, яка необхідна організму для здійснення мінімально необхідних процесів життєдіяльності);

затрати енергії на фізичну, розумову, емоційну активність (залежить від характеристик самої активності. Наприклад, за легкої фізичної роботи і розумової праці ці затрати збільшуються на 20–30 % від основного обміну);

затрати енергії на засвоєння їжі (формується впродовж кількох годин після її прийому, величина затрат залежить від складу їжі).

Динамічна робота характеризується переміщенням тіла чи окремих його частин у просторі. Цей процес здійснюється завдяки скороченню і розтягуванню м'язів різних груп. За такого режиму роботи м'язів, енергія організму витрачається на підтримку в них певного напруження і на механічний ефект роботи. Енергія, що при цьому витрачається перетворюється в механічну і теплову. Показниками інтенсивності динамічної роботи можуть служити: частота серцевих скорочень (поштовхів/хв), кров'яний тиск (мм рт.ст.), розподіл кровообігу в тканинах (мол/хв на 100 м м'язової тканини), максимальне споживання кисню (мол/хв на 1 кг маси тіла) і та інші.

Враховуючи об'єм маси м'язової тканини, яка задіяна у роботі, навантаження буває:

локальним – у роботі беруть участь переважно м'язи кистей рук;

регіональним – робота виконується з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба;

загальним – робота виконується за участю м'язів рук, тулуба, ніг.

Відповідно до [2], зовнішнє фізичне динамічне навантаження складається з регіонального навантаження (локальне і регіональне) та загального.

Регіональне навантаження виконується за рахунок м'язів плечових суглобів і верхніх кінцівок. В цьому навантаженні бере участь від 1/3 до 2/3 маси скелетних м'язів.

Загальне навантаження виконується за рахунок м'язів рук, тулуба, ніг. Це навантаження виконує більше 2/3 маси скелетних м'язів.

Загальне м'язове навантаження характерне для таких видів професійної діяльності, в яких відсутня або мало використовується механізація робіт. Такі види робіт характеризуються високими енергетичними затратами.

Якщо роботи супроводжуються переміщенням вантажів, маса яких перевищує нормативні значення, то енергозатрати при цьому збільшуються на 15 %.

При нормовані величини загальних енергозатрат організму використовується одиниці виміру Вт. Для допустимого класу умов праці гранична величина загальних енергозатрат організму становлять 290 Вт. Враховуючи, що 1 ккал = 1,16 Вт, величина енергозатрат в 290 Вт становитиме 250 ккал/год, а враховуючи, що робоча зміна триває 8 годин, величина допустимих загальних енергозатрат за зміну становитиме 2000 ккал.

Визначення втрати енергії на виконання технологічної операції з переміщення вантажу за певний проміжок часу розраховується за формулою

$$N_i = \frac{1,43 \times 10^{-3} \times g}{t_i} \left(m \times h_n + \frac{m \times h_o}{2} + \frac{m \times l}{9} \right), \quad (1)$$

де N_i – потужність зовнішньої роботи при виконанні операції, ккал/хв.; m – маса вантажу, що переноситься при виконанні операції, кг; h_n – висота на яку піднімається вантаж, м; h_o – висота з якої опускається вантаж, м; g –

прискорення вільного падіння, m/c^2 ; t_i – час виконання операції, с.

Для визначення величини енергозатрат працівника можна використовувати формулу з урахуванням частоти серцевих скорочень (ЧСС):

$$N = 10,4(ЧСС - 71,6), \text{ Вт} \quad (2)$$

Відповідно до [2], відношення величини загальних енергозатрат (N , Bm) до допустимих енергозатрат визначає коефіцієнт важкості праці:

$$k_e = \frac{N}{N_{доп}}, \quad (3)$$

$N_{доп}$ – межа загальних енергозатрат організму для допустимого класу умов праці (290 Вт). У випадку, коли $k_e > 1$, умови праці, за показником загальних енергозатрат організму, відносяться до шкідливих, а за $0,6 < k_e < 1$ – до допустимих, за $k_e < 0,6$ – до оптимальних.

За виконання енергоємних робіт з великою тривалістю операцій буде відбуватись перевищення загальних енергозатрат організму вище 290 Вт (межа допустимого класу умов праці), що призведе до перевищення встановленої норми і до встановлення додаткового часу на відпочинок з розрахунком щоб загальні енергозатрати не перевищували норму [4, 5].

Час на відпочинок на підставі енергозатрат визначається за залежністю, %:

$$ЧВ = \left(\frac{N}{N_{доп}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

де N – загальні енергозатрати організму, Вт; $N_{доп}$ – допустимі енергозатрати (290 Вт).

Приймаючи час на відпочинок (ЧВ) за час передбачений на регламентовану перерву, а тривалість роботи за тривалість виконання операцій, отримуємо:

$$t_{пер} = \left(\frac{N}{N_{дон}} - 1 \right) \times t_{он} \quad (5)$$

де $t_{пер}$ – час регламентованих перерв, хв $t_{он}$ – тривалість виконання операцій, хв.

Оскільки тривалість виробничого процесу ($t_{мп. роб.}$) буде визначатися, як сума тривалостей виконання операцій ($t_{он}$) і перерв на відпочинок ($t_{пер}$), то з рівняння (5), отримуємо:

$$t_{он} = \frac{N_{дон}}{N} \times t_{мп. роб.} \quad (6)$$

Підставляючи (6) в (5), отримуємо:

$$t_{пер} = \left(1 - \frac{N_{дон}}{N} \right) \times t_{мп. роб.} \quad (7)$$

Оскільки величина загальних енергозатрат працівника в 290 Вт є верхньою межею енергозатрат для роботи без регламентованих перерв, то роботу з енергозатратами менше цього значення можна виконувати без перерв.

Завдання на практичне заняття

1. За вихідними даними (табл. 1) розрахувати енергозатрати при виконанні працівником професійних обов'язків.

Умови завдання: працівник здійснює цикл операцій, який складається зі зняття зі стелажів висотою 2 м заготовок масою (кг) M1, M2, M3, переміщує їх на віддаль (м) L1, L2, L3. В подальшому обробляє їх отримуючи продукцію масою (кг) m1, m2, m3 з наступним переміщенням на віддаль (м) l1, l2, l3 і викладає на стелажі висотою 1,5 м. Впродовж робочої зміни працівник здійснює 30 циклів.

Розрахувати загальні енергозатрати працівника при виконанні робіт.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку практичного завдання

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M1	8	7	1	4	6	2	3	7	4
M2	5	6	2	3	4	8	2	4	4
M3	3	2	8	4	7	7	6	1	5
L1	5	9	8	10	4	8	9	12	10
L2	3	5	7	9	10	12	10	10	12
L3	2	4	5	2	3	7	8	9	1
m1	3	4	3	4	3	2	3	4	1
m2	2	3	4	2	3	1	2	3	2
m3	3	2	3	4	5	2	3	2	3
l1	5	8	7	9	2	4	5	6	4
l2	5	6	8	9	9	9	10	12	2
l3	5	6	7	3	8	9	10	11	3

2. Визначити коефіцієнт важкості праці працівника за зміну. У випадку перевищення загальних енергозатрат організму працівника встановити тривалість регламентованих перерв.

Література [1; 2; 3; 4; 5].

Практичне заняття 2 Розрахунок теплового балансу людини та прогнозованої середньої оцінки комфорту температурного середовища

Результат навчання: визначити тепловий баланс працівника при роботі в закритих приміщеннях та встановлювати прогнозовану середню оцінку комфорту температурного середовища приміщення.

Короткі теоретичні відомості

Енергія, що виробляється організмом людини витрачається на виконання зовнішньої роботи і на теплову енергію тіла. Для нормального протікання фізіологічних процесів в організмі необхідно щоб теплота, яка ним продукується, повністю відводилась у навколишнє середовище.

Процес відведення теплоти від тіла в середовище починається з процесу передачі тепла внутрішніх органів (ядра) до шкірного покриву і закінчується процесом теплообміну шкірного покриву з навколишнім середовищем.

Теплообмін між організмом людини і навколишнім середовищем здійснюється завдяки конвективному теплообміну, теплообміну випромінюванням та теплообміну випаровуванням (випаровування поту та шкірна дифузія). Крім цих процесів, у теплообміні із середовищем задіяний процес дихання людини. Теплообмін у процесі дихання забезпечується за рахунок втрати тепла разом з нагрітим повітрям, що видихається, і прихованої тепловтрати через випаровування вологи, що видихається.

Тепловий баланс між тілом людини і навколишнім середовищем визначається рівнянням:

$$M \pm W = K_{cl} + R + C + E + RES \quad (8)$$

де M – швидкість обміну речовин, Вт/м²; W – ефективна механічна енергія, Вт/м²; K_{cl} - кондуктивний теплообмін через одяг, Вт/м²; R – теплообмін випромінюванням, Вт/м²; C - теплообмін конвекцією, Вт/м²; E – теплообмін випаровуванням, Вт/м²; RES – теплообмін шляхом дихання, Вт/м².

За умови передачі всієї кількості тепла навколишньому середовищі (ліва і права частини рівняння 8 однакові) спостерігається нульовий тепловий баланс, який забезпечує комфортне теплове самопочуття (температура ядра залишається постійною). За неможливості повної

передачі тепла організму навколишньому середовищу (ліва частина рівняння 8 більше за праву), відбувається зростання температури ядра, що призводить до позитивного теплового балансу і напруженню терморегуляційних процесів. Якщо тепла навколишньому середовищу передається більше ніж продукується організмом людини (права частина рівняння 8 більша за ліву), то відбувається охолодження організму, а тепловий баланс організму стає від'ємним.

Швидкість обміну речовин, M (метаболізм). Метаболізмом називають інтенсивність окисних процесів в організмі людини за рахунок яких виробляється енергія для його функціонування. Величина метаболізму, віднесена до площі поверхні шкіри вимірюється у Вт/м². Данні по рівнях метаболізму залежно від виду активності наведені у додатку А та в табл. В.1 [8].

Ефективна механічна енергія, W (зовнішня робота). При виконанні зовнішньої роботи організмом людини витрачається внутрішня енергія, що виробляється метаболізмом. Однак, людський організм здатен перетворити таку енергію у зовнішню роботу з ефективністю не більше 20 % (коефіцієнт корисної дії – 0,2).

Величина втрати тепла організмом людини при виконанні зовнішньої роботи, W , Вт/м², визначається за залежністю:

$$W = 0,2 \times \left(M - \frac{88}{1,8} \right), \quad (9)$$

M – швидкість обміну речовин, Вт/м².

Кондуктивний теплообмін, K_{cl} (теплопровідність одягу). Величина тепла, яка передається через одяг (Вт/м²) визначається за формулою

$$K_{cl} = (t_s - t_{cl}) / (0,155 \times l_{cl}), \quad (10)$$

де l_{cl} – теплоізоляція (термічний опір одягу), кло; $0,155$ – термічного опору одягу з одиниць кло в m^2K/Wm ($1 \text{ кло} = 0,155 m^2K/Wm$); t_{cl} – температура поверхні одягу, $^{\circ}C$; t_s – середня температура шкіри, $^{\circ}C$:

$$t_s = 35,7 - 0,028 \times (M - W). \quad (11)$$

Термічний опір одягу можна розраховувати безпосередньо з даних для типових комбінацій одягу (табл. С.1, [8]; додаток В), або шляхом підсумовування значень термічного опору кожного елемента одягу (табл. С.2, [8]).

Теплообмін випромінюванням R. Площа поверхні випромінювання – це сумарна площа поверхні тих частин тіла, які контактують з повітрям. При температурі навколишнього середовища $20^{\circ}C$ і відносній вологості повітря 40-60 %, організм людини розсіює шляхом випромінювання близько 40-50% тепла. В умовах постійної температури навколишнього середовища випромінювання з поверхні тіла зростає при підвищенні температури шкіри і зменшується при її зниженні.

Теплообмін випромінюванням, Wt/m^2 , визначається:

$$R = 3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times ((t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4), \quad (12)$$

де f_{cl} – коефіцієнт площі одягу (відношення площі поверхні тіла в одязі до площі поверхні оголеного тіла); t_{cl} – температура поверхні одягу, $^{\circ}C$; t_r – середня температура оточуючих поверхонь.

Коефіцієнт f_{cl} залежить від параметрів одягу і обчислюється за формулами

при $l_{cl} \leq 0,5$ кло

$$f_{cl} = 1,00 + 0,2 \times l_{cl} \quad (13)$$

при $l_{cl} > 0,5$ кло

$$f_{cl} = 1,05 + 0,1 \times l_{cl} \quad (14)$$

l_{cl} – теплоізоляція (термічний опір одягу), кло.

Теплообмін конвекцією, С. Спосіб тепловіддачі організму, здійснюваний шляхом переносу тепла рухомих повітрям отримав назву конвекція. Тому і процес теплообміну між тілом і повітрям називається конвективним теплообміном. Розрізняють конвективний теплообмін вільний (в наслідок різниці температури тіла і повітря) і вимушений (під впливом руху повітря). Для розсіювання тепла конвекцією потрібно обтікання поверхні тіла потоком повітря з більш низькою температурою, ніж температура шкіри. При цьому контактує зі шкірою шар повітря нагрівається, знижує свою щільність, піднімається і заміщається більш холодним і більш щільним повітрям.

Теплообмін за рахунок конвекції розраховується за формулою

$$C = f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a), \quad (15)$$

де h_c – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²×К); t_a – температура повітря, °С.

За умови:

$$12,1 \times V_{ar}^{0,5} < 2,38 \times |(t_{cl} - t_a)^{0,25}| \quad (16)$$

конвекція буде вільною, а за іншого випадку – вимушеною. За вимушеної конвекції необхідно враховувати відносну швидкість руху повітря, яка визначається, як сума швидкості руху повітря і швидкості руху тіла.

За вільної конвекції, h_c , Вт/(м²×К), залежить від різниці температур між одягом і повітрям навколишнього середовища:

$$h_c = 2,38 \times (t_{cl} - t_a) \quad (17)$$

Для вимушеної, h_c , залежить від відносної швидкості руху повітря:

$$h_c = 12,1 \times \sqrt{V_{ar}} \quad (18)$$

V_{ar} – відносна швидкість руху повітря

Теплообмін випаровуванням, E. Цей спосіб організму розсіювати тепло в навколишнє середовище здійснюється за рахунок його витрати на випаровування поту і є найбільш ефективним способом терморегуляції.

Теплообмін при випаровуванні відбувається в результаті дифузії парів води через шкіру (E_d) і в результаті випаровування поту на поверхні шкіри (E_{sw}). Теплообмін за рахунок дифузії парів води через шкіру, Вт/м², обчислюють за формулою

$$E_d = 3,05 \times 10^{-3} \times (5733 - 6,99 \times (M - W) - P_a), \quad (19)$$

P_a – парціальний тиск водяної пари в повітрі, Па:

$$P_a = \exp\left(16,6536 - \frac{4030,183}{t_a + 235}\right) \times 10 \times \varphi, \quad (20)$$

де t_a – температура середовища, °С; φ – відносна вологість повітря, %.

Тепловтрати при дифузії вологи через шкіру складають, як правило, величину порядку 10 Вт/м². Втрата тепла від дифузії через шкіру відбувається постійно і не контролюється системою терморегуляції.

Теплообмін за рахунок випаровування поту, Вт/м², обчислюють за формулою

$$E_{sw} = 0,42 \times (M - W - 58,15) \quad (21)$$

Теплообмін шляхом дихання, RES. Тепловтрати при диханні включають :

- теплообмін за рахунок різниці тисків водяної пари повітря, що вдихається і видихається, Вт/м²:

$$RES_E = 1,7 \times 10^{-5} \times M \times (5867 - P_a); \quad (22)$$

- теплообмін за рахунок різниці температур повітря, що вдихається і видихається, Вт/м²:

$$RES_L = 0,0014 \times M \times (34 - t_a). \quad (23)$$

Тепловий комфорт людини пов'язаний з її тепловим балансом, який залежить, як встановлено вище, від фізичної активності та одягу, а також параметрів навколишнього середовища: температури повітря, середньої температури випромінювання, швидкості руху і вологості повітря. При оцінюванні цих факторів можна передбачити яке буде теплове відчуття організмом людини, використовуючи обрахунок середньої оцінки (PMV).

Прогнозована середня оцінка (PMV), відповідно до [8] - це індекс, за допомогою якого прогнозують середнє значення чутливості до температури великої групи людей на підставі балансу температури тіла людини за 7-бальною тепловою шкалою відчуттів (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала чутливості до температури

+3	Спекотно
+2	Тепло
+1	Трохи тепло
0	Нейтрально
-1	Трохи прохолодно
-2	Прохолодно
-3	Холодно

Показник *PMV* розраховується для різних комбінацій швидкості обміну речовин, опору теплопередачі одягу, температури повітря, середнього теплового випромінювання, швидкості руху повітря та вологості повітря.

Цей показник використовуватися лише для значень шкали чутливості до температури в інтервалі між -2 (прохолодно) та +2 (тепло) та величини метаболізму (*M*) від 46 Вт/м² до 232 Вт/м².

Величина прогнозованої оцінки чутливості до температури великої групи людей визначається, бал

$$PMV = [0,303 \times \exp(-0,036 \times M) + 0,028] \quad (24)$$

M – швидкість обміну речовин, Вт/м².

На підставі відомої величини PMV можна визначити прогнозований відсоток людей незадоволених температурою середовища (PPD), які відчувають себе занадто холодно або спекотно.

Під незадоволеними температурним середовищем людьми розуміють тих, які будуть оцінювати середовище як спекотне, тепле, прохолодне або холодне за таблицею 1. Решта людей буде почувати себе термічно нейтральними - легке тепло або легка прохолода.

Величина PPD , %, визначається за формулою

$$PPD = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \times PMV^4 - 0,2179 \times PMV) \quad (25)$$

Для визначення PPD можна використовувати залежність $PPD=f(PMV)$ (рис. 1).

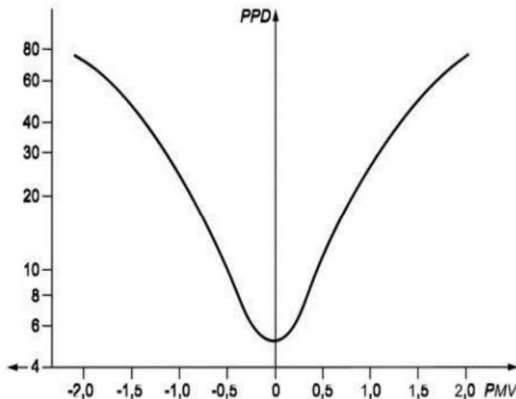


Рис. 1. Залежність прогнозованого відсотка людей незадоволених температурним середовищем

Завдання на практичне заняття

1. Для мікрокліматичних та інших умов навчальної аудиторії визначити тепловий баланс присутніх. Результати розрахунків навести у формі таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати обрахунку теплового балансу людини

Параметр	Форма визначення	Значення
Швидкість обміну речовин	Додаток А	
Зовнішня робота	Формула (9)	
Одяг та його термічний опір	Додаток В	
Кондуктивний теплообмін	Формула (10)	
Площа поверхні шкіри	Розраховується або приймається	
Коефіцієнт площі одягу	Визначається за реальними обставинами	
Теплообмін випромінюванням	Формула (12)	
Теплообмін конвекцією	Формула (15)	
Теплообмін при випаровуванні в результаті дифузії парів води через шкіру	Формула (19)	
Теплообмін при випаровуванні в результаті випаровування поту на поверхні шкіри	Формула (21)	
Теплообмін шляхом дихання	Формули (22), (23)	
Висновок про тепловий баланс людини		

2. За результатами отриманих у табл. 2 розрахувати прогнозовану середню оцінку комфорту аудиторного приміщення та встановити прогнозований відсоток незадоволених температурним середовищем. Результати звести у таблицю 3.

Таблиця 3.
Результати обрахунку (PMV) та (PPD)

Показник	Значення
Прогнозована середня оцінка комфорту, бал	
Величина чутливості до температури	
Прогнозований відсоток незадоволених температурним середовищем, %	

Література [2; 3; 6; 7; 8].

Практичне заняття 3 Розрахунок локальних температурних дискомфортів

Результат навчання: визначати джерела локальних температурних дискомфортів приміщень та оцінювати величину їхнього вплив на організм людини.

Короткі теоретичні відомості

Окрім дискомфорту від тепла або холоду для всього організму в цілому можуть виникати дискомфортні охолодження або нагрівання конкретної частини тіла. Таки дискомфорти, відповідно до [8], визначаються як локальний температурний дискомфорт.

Причинами настання локальних дискомфортів є протяг, висока різниця температур по вертикалі між головою і кінцівками ніг, надмірно тепла або холодна підлога, занадто висока асиметрія теплого випромінювання.

Впливу локальних температурних дискомфортив підлягають працівники, які виконують мало енергозатратні види робіт та їх виконання виконується сидячі. При виконанні більш енергозатратних видів робіт та активному переміщені працівника теплова чутливість та рівень локального дискомфорту буде нижчий.

Локальний дискомфорт внаслідок протягу може бути визначений відсотком людей, незадоволених його наявністю

$$DR = (34 - t_{a,l}) \times (\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} \times (0,37 \times \bar{v}_{a,l} \times T_u + 3,14) \quad (26)$$

де $t_{a,l}$ – локальна температура повітря, °C; $v_{a,l}$ – локальна середня швидкість руху повітря, <0,5 м/с; T_u – локальна інтенсивність турбулентності, % (за невідомих значень може бути використане значення 40%).

При DR більше 100 %, приймається результат в 100 %.

Залежність (26) може бути використана для працівників, що виконують роботи сидячі та зі швидкістю обміну речовин не більше 70 Вт/м².

Відчутна різниця температур повітря по вертикалі між головою і ногами може викликати температурний дискомфорт. Величина відсотку незадоволених (PD) як функція різниці температур повітря в області голови й ніг обчислюється за допомогою рівняння:

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \times \Delta t_{a,v})} \quad (27)$$

$\Delta t_{a,v}$ – різниця температури повітря по вертикалі між головою і ногами, °C.

Дане рівняння визначення теплового дискомфорту викликаного різницею температури по вертикалі застосовується при її значеннях менше 8 °C.

Занадто тепла або холодна підлога приміщення створює температурний дискомфорт для працівника, особливо одягнутих у легке взуття з низьким термічними

опором. За таких умов дискомфорт забезпечується температурою підлоги.

Для визначення величини відсотка незадоволених дискомфортом від занадто теплої або холодної підлоги використовують рівняння:

$$PD = 100 - 94 \times \exp(-1,387 + 0,118 \times t_f - 0,0025 \times t_f^2) \quad (28)$$

t_f – температура підлоги, °C.

Завдання на практичне заняття

Для умов п.1 практичного заняття 2, визначити величину відсотків незадоволених при дії температурних дискомфортів, що можуть виникати у приміщенні. Результати оформити і вигляді таблиці 4.

Таблиця 4.

Відсотки незадоволених від температурних дискомфортів

Температурний дискомфорт	Величина незадоволених дискомфортом, %
Протяг	
Різниця в температурі повітря по вертикалі	
Занадто тепла або холодна підлога	

Література [2; 3; 6; 7; 8].

Практичне заняття 4

Розрахунок середнього і еквівалентного рівнів шуму та його доз

Результат навчання: визначити параметри нормування шкідливої дії виробничого шуму.

Короткі теоретичні відомості

Шум, залежно від часових характеристик, поділяється на [10]:

постійний, рівень шуму за повний робочий день змінюється не більш ніж на 5 дБА;

непостійний, рівень шуму за повний робочий день змінюється більш ніж на 5 дБА.

Непостійні шуми поділяються на:

мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;

переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше, цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;

імпульсні, які складаються із одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с.

Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами від 31,5 до 8000 Гц.

Характеристикою непостійного шуму на робочих місцях є інтегральний рівень – еквівалентний та максимальний рівень шуму. Для характеристики непостійного шуму дозволяється використовувати дозу шуму. У фізично-гігієнічному відношенні еквівалентний рівень та доза шуму відрізняються: еквівалентний рівень визначається по логарифмічній шкалі у дБА (дБ) від порога чутливості, а доза – у частках від допустимої дози, яка є порогом шкідливого впливу. Еквівалентний рівень відображає середнє значення рівня шуму та зміну, а доза характеризує сумарну енергію шуму та зміну.

Приклад 1. Розрахунок середнього рівня постійного шуму.

Замірами встановлені рівні звукового тиску постійного шуму від різного устаткування у виробничому приміщенні: 82, 96 та 91 дБА.

Визначення сумарного рівня здійснюється в такій послідовності:

1. Визначають різницю між двома найбільшими рівнями:
 $96 - 91 = 5$ дБА.

2. Визначають додток (додток Г; табл. Д.1.1, [10]) до більшої величини рівня. Для 5 дБА – 1,2 дБ.

3. Додають додток до більшого рівня:

$$96 + 1,2 = 97,2 \text{ дБА.}$$

4. Визначають різницю між двома наступними значеннями рівнів 97,2 і 81:

$$97,2 - 82 = 15,2 \text{ дБА.}$$

5. Визнають додток (додток Г) до більшої величини рівня. Для 15,2 дБА – 0,2 дБ.

6. Додають додток до більшого рівня:

$$97,2 + 0,2 = 97,4 \text{ дБА.}$$

7. Одержують середній рівень:

$$\begin{aligned} L_{\text{Асер.}} &= 97,4 - 10 \lg n = 97,4 - 10 \lg 3 = 97,4 - 4,7 = \\ &= 92,7 \text{ дБА.} \end{aligned}$$

Якщо різниця між найбільшим і найменшим вимірними рівнями не перевищує 5 дБ, то середнє значення $L_{\text{Асер.}}$ дорівнює середньому арифметичному значенню всіх вимірних рівнів.

Приклад 2. Розрахунок еквівалентного рівня непостійного шуму.

Замірами визначені рівні переривчастого шуму у виробничому приміщенні:

$L_{1A} = 100$ дБА, постійний впродовж 15 хв.

$L_{2A} = 95$ дБА, постійний впродовж 120 хв.

$L_{3A} = 82$ дБА, постійний впродовж 240 хв.

Визначення еквівалентного рівня шуму здійснюється в такій послідовності:

1. За додатком Д (табл. Д.2.1, [10]) визначають поправку для кожного найближчого значення рівня.

$L_{1A} = 15,1$ дБА

$L_{2A} = 6,0$ дБА

$L_{3A} = 3,0$ дБА

2. Визначають величини $LA_i - Li$ для кожного рівня.

$$100 \text{ дБА} - 15,1 \text{ дБА} = 84,9 \text{ дБА}$$

$$95 \text{ дБА} - 6,0 \text{ дБА} = 89,0 \text{ дБА}$$

$$82 \text{ дБА} - 3,0 \text{ дБА} = 79,0 \text{ дБА}$$

3. Визначають енергетичну суму рівнів за додатком Г (табл. Д.1.1, [10])

$$89 \text{ дБА} - 84,9 \text{ дБА} = 4,1 \text{ дБА}$$

При різниці рівнів 4,1 дБА додаток LA = 1,5 дБА, яку додаємо до більшого рівня:

$$89 \text{ дБА} + 1,5 \text{ дБА} = 90,5 \text{ дБА}$$

4. Визначають різницю між сумою двох перших рівнів та третім рівнем:

$$90,5 \text{ дБА} - 79,0 \text{ дБА} = 11,5 \text{ дБА}$$

При різниці рівнів 11,5 дБА додаток LA = 0,4 який додаємо до більшого рівня:

$$90,5 \text{ дБА} + 0,4 = 90,9 \text{ дБА}$$

Еквівалентний рівень – 90,9 дБА.

Приклад 3. Розрахунок дози шуму. При гігієнічній оцінці за допомогою дози одержане фактичне значення є допустимим, а результат виражено у кратності. Для логарифмічних рівнів фактичне їх значення порівнюємо з допустимим, а одержану різницю за додатком Е (табл. Д.4.1, [10]) переводять у рази.

Значення виміряного рівня шуму становить 90 дБА, а допустиме – 75 дБА. Різниця рівнів становить – 15 дБА.

За додатком Е (табл. Д.4.1, [10]) знаходять різницю рівнів, а потім відношення доз. Для різниці у 15 дБА відношення доз становить 32 рази.

Завдання на практичне заняття

1. За вихідними даними (роздатковий матеріал) визначити середній рівень постійного шуму від різних його джерел.

2. За вихідними даними (роздатковий матеріал) визначити еквівалентний рівень непостійного (переривчастого) шуму.

3. За вихідними даними (роздатковий матеріал) розрахувати дозу шуму.

Література [2; 3; 9; 10; 13].

Практичне заняття 5
**Розрахунок параметрів виробничої вібрація та
раціонального режиму праці при її дії**

Результат навчання: визначати параметри нормування шкідливої дії виробничої вібрації та встановлювати раціональний режим праці за її впливу на працівника.

Короткі теоретичні відомості

Відповідно до [11], за способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та локальну вібрацію. Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть на опорній поверхні, що вібрує, а локальна - через руки людини при контакті з обладнанням, яке вібрує.

Загальна вібрація поділяється за джерелом виникнення на категорії:

- категорія 1- транспортна вібрація;
- категорія 2 – транспортно-технологічна вібрація;
- категорія 3 - технологічна вібрація.

В свою чергу технологічна вібрація за місцем дії поділяють на такі типи:

- а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;
- б) на робочих місцях невиробничих приміщень та виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;
- в) на робочих місцях приміщень для працівників розумової праці.

Локальна вібрація за джерелом виникнення поділяється на таку, що передається від:

- ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигуні та деталей, які оброблюються.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;

непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Непостійні вібрації поділяють на:

коливні, рівні яких безперервно змінюються в часі;

переривчасті, коли контакт з вібрацією в процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1с;

імпульсні, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів, кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

Гігієнічна оцінка вібрації, яка діє на людину здійснюється за допомогою:

частотного (спектрального) аналізу її параметрів;

інтегральної оцінки по спектру частот параметрів, що нормуються;

дозу вібрації.

Постійні локальна та загальна вібрації нормуються середньоквадратичними значенням віброшвидкості та віброприскорення або їх логарифмічними рівнями (у дБ) в діапазоні октавних смуг із середньгеометричними частотами:

від 8,0 до 1000,0 Гц – для локальної вібрації;

від 1,0 до 63,0 Гц або в діапазоні 1/3 октавних смуг від 0,8 до 80,0 Гц - для загальної вібрації.

Приклад 1. Розрахунок середнього значення рівнів віброшвидкості (віброприскорення) загальної чи локальної постійної вібрації. Середнє значення рівнів віброшвидкості або віброприскорення обчислюють шляхом попарного енергетичного додавання додатка до більшого рівня.

Значення виміряних рівнів віброшвидкості вібрації становлять 111, 115, 118 дБ.

Визначення середнього рівня віброшвидкості здійснюється в такій послідовності:

1. Попарно визначають різницю між двома рівнями:

$$118 - 115 = 3 \text{ дБ.}$$

2. Визначають додаток (додаток I; табл. Д.5.1, [11]) до більшої величини рівня. Для 3 дБ – 1,8 дБ.

3. Додають додаток до більшого рівня:

$$118 + 1,8 = 119,8 \text{ дБ.}$$

4. Визначають різницю між двома наступними значеннями рівнів 119,8 і 111:

$$119,8 - 111 = 8,8 \text{ дБ.}$$

5. Визначають додаток (додаток I) до більшої величини рівня. Для 8,8 дБ – 0,5 дБ.

6. Додають додаток до більшого рівня:

$$119,8 + 0,5 = 120,3 \text{ дБ.}$$

7. Одержують середнє значення рівня віброшвидкості:

$$L_v = 120,3 - 10 \lg n = 120,3 - 10 \lg 3 = 120,3 - 4,8 = \\ = 115,5 \text{ дБ.}$$

n – кількість вимірів.

За різниці рівнів до 6 дБ середній рівень віброшвидкості або віброприскорення обчислюють як середнє арифметичне.

Параметром, що нормується, при інтегральній оцінці по спектру частот є кореговане значення віброшвидкості або віброприскорення, або їх логарифмічні рівні, які вимірюються чи обчислюються. Кореговане значення віброшвидкості або віброприскорення можна розраховувати як для локальної, так і для загальної вібрації.

Приклад 2. Обчислення корегованого рівня віброшвидкості для локальної вібрації.

Таблиця 5.

Приклад визначення корегованого рівня віброшвидкості локальної вібрації [11]

Середньо-геометрична частота смуги, Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Вимірні рівні віброшвидкості	112	109	112	110	110	106	103	102

<i>i, дБ</i>								
Лкі, дод. 6 [11]	-6	0	0	0	0	0	0	0
Кореговані рівні, дБ	106	109	112	110	110	106	103	102
Різниця рівнів	3		2		4		1	
Додаток (дод. І; табл. Д.5.1, [11])	1,8		2,0		1,5		2,5	
Сума	110,8		114,0		111,5		105,5	
Різниця рівнів	3,2				6,0			
Додаток	1,7				1,0			
Сума	115,7				112,5			
Різниця рівнів	3,2							
Додаток	1,7							
Сума	117,4 дБ							

За дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, який нормується є вібраційне навантаження, що визначається еквівалентним корегованим рівнем або дозою вібрації, які одержані робітником впродовж зміни.

Еквівалентний корегований рівень визначається за формулою

$$L_{екв.кор.} = L_{кор.} + 10 \lg \left(\frac{t}{t_{зм}} \right) \quad (29)$$

де t - час дії вібрації, год; $t_{зм}$ - тривалість зміни, год.

Приклад 3. Обчислення еквівалентного корегованого рівня непостійної вібрації.

Приклад 3.1. Корегований рівень віброшвидкості дорівнює 117,4 дБ (приклад табл.5), а час дії вібрації на працівника за 8-годинну зміну дорівнює 6 годин.

Еквівалентний корегований рівень віброшвидкості при дії непостійної загальної вібрації становить:

$$L_{екв.кор.} = 117,4 + 10 \lg \left(\frac{6}{8} \right) = 116,2 \text{ дБ.}$$

Приклад 3.2. За допомогою 2-х ручних машин впродовж 8-годинної зміни виконуються роботи. Час роботи з першою машиною становить 4 години, а з другою - 2 години. Корегований рівень віброшвидкості першої машини дорівнює 111 дБ, другої - 117 дБ. Розрахунок проведений у таблиці 6.

Таблиця 6.

Розрахунок еквівалентного корегованого рівня віброшвидкості при дії локальної непостійної вібрації від двох джерел

Параметр	1 машина	2 машина
Корегований рівень віброшвидкості, дБ	111	117
Час використання машини, год	4	2
$10 \lg(t/t_{зм})$, дБ	-3	-6
Еквівалентний корегований рівень віброшвидкості, дБ	108	111
Різниця рівнів	3	
Додаток (дод. I)	1,8	
Сума	111+1,8 = 112,8 дБ	

За дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), в залежності від тривалості імпульсу

Приклад 4. Обчислення вібраційного навантаження імпульсної вібрації при роботі кількома інструментами.

За дії вібрації на обидві руки працівника одночасно, сумарна величина вібраційного навантаження оцінюється окремо для кожної руки, а висновок робиться за найбільшою величиною при найменш допустимій кількості вібраційних імпульсів.

Порядок оцінювання (табл. 7):

1. Вимірюється піковий рівень віброприскорення при використанні кожного інструменту.

2. Підраховується відповідна кількість імпульсів.

3. Визначається для вимірюного пікового рівня віброприскорення допустима кількість імпульсів.

4. Визначається величина вібраційного навантаження (у разях відносно допустимого).

5. Визначається сумарна величина вібраційного навантаження (у разях відносно допустимого).

Таблиця 7.

Розрахунок вібраційного навантаження імпульсної вібрації при роботі з 3-ма молотками

Показник	Номер молотка		
	1	2	3
Піковий рівень віброприскорення, дБ	120	135	155
Кількість імпульсів	7200	17000	280
Допустима кількість імпульсів	160000	16000	160
Вібраційне навантаження (у разях відносно допустимого)	0,05	1,06	1,75
Сумарна величина вібраційного навантаження (у разях відносно допустимого)	2,86		

Для працівників вібронебезпечних професій встановлюється раціональний режим праці для конкретного робочого місця або виконання конкретних технологічних операцій, якщо вона не перевищує гранично допустимі рівні більше ніж на 12 дБ.

Раціональний режим праці може бути внутрішньозмінним або для робочих циклів.

1. Внутрішньозмінний режим праці за дії локальної вібрації.

Залежно від перевищення ГДР вібрації визначається допустимий сумарний час дії вібрації впродовж зміни.

За умови перевищення допустимого сумарного часу дії вібрації часу необхідного для виконання технологічного процесу за зміну, встановлюється довільний розподіл регламентованих перерв у межах робочої зміни. Рекомендується впроваджувати в режим праці 2

регламентовані перерви: 1-ша через 1-2 години від початку роботи тривалістю 20 хв; 2-га через 2 години після обідньої перерви тривалістю 30 хв. При цьому тривалість обідньої перерви не повинна бути меншою ніж 40 хв.

За умови перевищення часу необхідного для виконання технологічного процесу за зміну допустимого сумарного часу дії вібрації, встановлюються вібраційні цикли, які являють собою відрізки часу тривалістю в одну годину, впродовж якої робота у контакті з вібрацією чергується з роботою без неї.

В залежності від перевищення величини рівня вібрації її ГДР та кількості одногодних циклів за зміну обмежується сумарний час роботи в умовах дії вібрації впродовж одногодного вібраційного циклу.

Приклад 5. Встановлення раціонального режиму праці на основі одногодних вібраційних циклів, що регулярно перериваються.

Джерело локальної вібрації (ручна машина) впливає на працівника з рівнем, який перевищує ГДР на 5 дБ. Технологічний час роботи з ручною машиною становить 220 хвилин за зміну.

Розрахувати раціональний режим праці на основі одногодних вібраційних циклів.

1. При перевищенні ГДР вібрації на 5 дБ, за табл. 10 [11], допустимий сумарний час дії вібрації за зміну буде становити 151 хв., що менше ніж технологічний час роботи з ручною машиною.

2. За табл. 11 [11], залежно від перевищення рівня вібрації її ГДР, встановлюють рекомендований сумарний час роботи в умовах дії вібрації в одногодному циклі та кількість одногодних циклів впродовж 8 годинної зміни.

Встановимо у 8 годинній зміні 8 одногодних циклів з тривалістю роботи в умовах дії вібрації в кожному циклі 30 хв.

Порівнюємо тривалість допустимого сумарного часу роботи в умовах дії вібрації з технологічним часом роботи з ручною машиною за зміну.

$$8 \times 30 = 240 \text{ хв} > 220 \text{ хв.}$$

3. Розрахункова структура 8 годинної робочої зміни з одногодинними вібраційними циклами має вигляд:

$$V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30} \\ O_{60} + V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30} + V_{30} P_{30}$$

де V - сумарний за одногодинний цикл час контакту працівника з вібрацією; P - сумарний за одногодинний цикл час роботи без дії на працівника вібрації; O - обідня перерва. Індекси означають час (хвилини).

2. Раціональний режим робочих циклів в умовах дії локальної вібрації.

Для встановлення режиму робочих циклів визначають середнє вібраційне навантаження, отримане працівником за цикл (формула 29).

Відповідно до різниці між середнім вібраційним навантаженням за цикл та ГДР визначають відношення доз, що вказують на потрібне раціональне співвідношення робочих циклів з дією вібрації та без неї.

Приклад 6. Визначення раціонального режиму робочих циклів.

За 8-годинну зміну працівник отримує вібраційне навантаження у 116 дБ (приклад 3.1).

Допустиме навантаження за зміну 112 дБ (табл. 3, [11] еквівалентний корегований рівень). Різниця дорівнює:

$$116 - 112 = 4 \text{ дБ.}$$

За табл. 12, [11], при перевищенні ГДР на 4 дБ відповідає відношенню доз у 2,5 раза.

Таким чином, рекомендований раціональний режим робочих циклів дорівнюватиме 1:2,5, тобто один цикл роботи в умовах дії вібрації чергується двома з половиною циклами робіт без її дії.

Завдання на практичне заняття

1. За вихідними даними (роздатковий матеріал) розрахувати параметри загальної та локальної вібрації, що нормуються, при її постійній і непостійній дії.

2. Для розрахованого рівня локальної вібрації (п. 1 завдання) розрахувати раціональний режим праці працівника за її дії.

Література [2; 3; 9; 11; 13].

Практичне заняття №6
**Розрахунок динаміки освітленості робочих місць
приміщень різного ступеня забрудненості**

Результат навчання: визначати динаміку рівня освітленості виробничих приміщень різного ступеня забрудненості.

Короткі теоретичні відомості

Система штучного освітлення використовується, коли природного освітлення недостатньо для створення зорового комфорту у виробничих приміщеннях. В таких випадках для створення зорового комфорту використовують загальне та місцеве освітлення залежно від розряду зорової роботи. При сумісному використанні і загального і місцевого освітлення дана система називається комбінованою, і використовується для виконання робіт I-IV розряду зорової роботи. Для робіт V-VIII розряду зорової роботи (більшість робіт на виробництві) використовується система загального освітлення.

В освітлювальних установках штучного освітлення впродовж часу експлуатації відбувається зниження освітленості в результаті:

спаду світлового потоку ламп внаслідок їх старіння (ресурс);

виходу з ладу ламп протягом терміну експлуатації;

забруднення оптичної системи світильників;

забруднення світлопрозорих поверхонь джерел світла;

спаду ККД світильників внаслідок старіння світловідбиваючих і світлопрозорих матеріалів світильників.

Відповідно до [12; 14] це враховується в світлотехнічних розрахунках шляхом введенням коефіцієнта експлуатації MF.

Згідно з [12] та стандарту CIE 97:2005 значення коефіцієнта експлуатації для освітлювальних установок внутрішнього використання розраховується за формулою

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF, \quad (30)$$

де *LLMF*- коефіцієнт зниження світлового потоку лампи; *LSF* - коефіцієнт живучості ламп (частина від повної кількості встановлених ламп, які продовжують працювати в даний момент за певних умов); *LMF* - коефіцієнт експлуатації світильника; *RSMF* - коефіцієнт експлуатації поверхонь приміщення.

Вплив факторів, що знижують освітленість виробничих приміщень можна визначити з формули

$$E = \frac{\Phi \times (LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF)}{S} \quad (31)$$

де *E* – освітленість, лк; Φ – світловий потік необхідний для створення нормативного рівня освітленості, лм; *S* – площа, яка освітлюється, м².

Завдання на практичне заняття

За вихідними даними (роздатковий матеріал) розрахувати зміни рівня освітленості виробничого приміщення залежно від дії факторів його зниження.

Побудувати залежності зниження освітленості виробничих приміщення від факторів впливу на коефіцієнт експлуатації.

Результати оформити у вигляді таблиці.

Таблиця 8.

Розрахунок динаміки освітленості виробничих приміщень залежно від факторів його зниження

Фактор, який знижує освітленість	Нормативна освітленість E_n , лк	Врахування фактора, який знижує освітленість				E, лк
		LLMF	LSF	LMF	RSMF	
1.						
2.						

Література [3; 9; 12; 13; 14; 15].

3. Самостійна робота

Самостійна робота студента полягає в опрацюванні окремих тем навчальної дисципліни їх частин, які не викладаються на лекційних заняттях.

Таблиця 9

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми
1.	Фізіологія впливу різних шкідливих факторів виробничого середовища на працівника
2.	Інтегральна оцінка функціонального стану працівника
3.	Контроль параметрів факторів виробничого середовища
4.	Електричні і магнітні поля та електромагнітні випромінювання промислової частоти і радіочастотного діапазону
5.	Антропометричні характеристики людини
6.	Робоче місце. Ергономічна оцінка робочого місця

4. Питання гарантованого рівня знань

1. Дайте характеристику небезпечному виробничому фактору.
2. Дайте характеристику шкідливому виробничому фактору.
3. Як класифікуються небезпечні та шкідливі виробничі фактори?
4. Що таке умови праці?
5. Які фактори формують умови праці?
6. Які задачі та завдання моніторингу умов праці?
7. Вплив умов праці на працездатність.
8. Чим характеризується фізична та розумова праця?
9. Що таке важкість праці? Чим вона характеризується?
10. Що таке напруженість праці? Чим вона характеризується?
11. Поняття втоми.
12. Якими показниками оцінюється функціональний стан працівника?
13. Якими показниками визначається мікроклімат?
14. Тепловий баланс організму людини.
15. Локальні температурні дискомфорти.
16. Шкідливі речовини у складі повітря.
17. Виробничий пил та його вплив на формуванням умов праці.
18. Показники світлового середовища. Класифікація освітлення.
19. Гігієнічна класифікація шуму, інфразвуку, ультразвуку.
20. Фізичні характеристики виробничого шуму.
21. Оцінка впливу виробничої вібрації на працівника.
22. Джерела біологічного фактора та іонізуючого випромінювання.
23. Характеристика електромагнітних та неіонізуючих випромінювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про систему громадського здоров'я : Закон України від 06.09.2022 №2573-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#text> (дата звернення: 15.01.2023).

2. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» : наказ Міністерство охорони здоров'я України від 08.04.2014 р. № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення: 03.12.2023).

3. Моніторинг умов праці: підручник / В. І. Голінько, С. І. Чеберячко, М. В. Шибка, О. О. Яворська. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Дніпропетровськ : НГУ, 2014. 230 с.

4. Негрій, Т. О. Сахно І. Г., Негрій С. Г. Вплив енерговитрат шахтарів на рівень безпеки праці. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях»*. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. Вип. 7 (1229). С. 81–90. (doi: 10.20998/2413-4295.2017.07.11).

5. Негрій Т. О., Негрій С. Г., Ріхерт С. В. Про вплив енергетичних витрат гірників на рівень виробничого травматизму. *Вісник Криворізького національного університету*. Кривий Ріг : КНУ, 2017. Вип. 44. С. 78–83.

6. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ : МОЗ України ГСЕУ, 1999. 12 с.

7. Гігієна та екологія : підручник / за ред.. В. Г. Бардова. Вінниця : Нова книга, 2006. 720 с.

8. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 (EN ISO 7730:2005, IDT). Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. [Чинний від 2013-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 74 с.

9. Голінько В. І. Основи охорони праці. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2010. 271 с.

10. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ : МОЗ України ГСЕУ, 1999. 34 с.

11. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ : МОЗ України ГСЕУ, 1999. 39 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2023).

12. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. Інженерне обладнання будинків і споруд. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006; чинний від 2019-03-01]. Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.

13. Спірін А. В., Омельянов О. М., Борисюк Д. В., Твердохліб І. В. Основи охорони праці. Практикум. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2015. 254 с.

14. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 53 с.

15. ДСТУ ІЕС 60598-1:2002. Світильники. Частина 1. Загальні вимоги і випробування. Вид. офіц. К. : Держспоживстандарт, 2004. 123 с.

Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП. URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>

2. Державна служба України з питань праці : веб-сайт. URL: <http://dsp.gov.ua/>

3. International Organization for Standardization : веб-сайт. URL: <https://www.iso.org/store.html>

4. Журнал «Охорона праці» : веб-сайт. URL: <http://www.ohoronapraci.kiev.ua;>

5. Журнал «Промислова безпека» : веб-сайт. URL: <http://www.prombezpeka.com;>

6. Журнал «Довідник спеціаліста з охорони праці» : веб-сайт. URL: <http://www.mcfr.com.ua>, www.shop.mcfr.com.ua.

ДОДАТКИ

Додаток А – Швидкість обміну речовин залежно від рухливої активності

Рухлива активність, поза	Швидкість обміну речовин		
	Вт/м ²	мет	
Напівлежачі	46	0,8	
Сидячі розслаблено	58	1,0	
Сидяча робота (офіс, вдома, у школі, лабораторії)	70	1,2	
Легка активність руху, робота стоячи (продавець, лабораторія, легка промисловість)	93	1,6	
Середня активність руху, робота стоячи (продавець, механічна робота)	116	2,0	
Крокування по горизонтальній поверхні:	2 км/год	110	1,9
	3 км/год	140	2,4
	4 км/год	165	2,8
	5 км/год	200	3,4

Додаток В – Швидкість обміну речовин залежно від рухливої активності [8]

Робочий одяг	I _{cl} , кло	Повсякденний одяг	I _{cl} , кло
Штани, комбінезон, шкарпетки, черевики	0,7	Труси, футболки, шорти, світлі шкарпетки, сандалі	0,3
Труси, сорочка, костюм, шкарпетки, черевики	0,8	Труси, сорочка з коротким рукавом, світлі брюки, світлі шкарпетки, черевики	0,5
Труси, сорочка, штани, блузи, шкарпетки, черевики	0,9	Труси, нижня спідниця, панчохи, сукня, взуття	0,7
Нижня білизна з короткими рукавами, сорочки, брюки, куртки, шкарпетки, взуття	1,0	Нижня білизна, сорочки, брюки, шкарпетки, черевики	0,7
Нижня довга білизна,	1,2	Труси, сорочки, брюки,	1,0

шкарпетки, черевики		куртки, шкарпетки, черевики	
Нижня коротка білизна, сорочка, штани, куртки важкі стьобані з зовнішньою оболонкою і комбінезони, шкарпетки, взуття, шапки, рукавички	1,4	Нижня коротка білизна, сорочка, штани, куртки важкі стьобані з зовнішньою оболонкою і комбінезони, шкарпетки, взуття, шапки, рукавички	1,1
Нижня білизна з короткими рукавами, сорочка, штани, куртки важкі стьобані з зовнішньою оболонкою і комбінезон, шкарпетки, черевики	2,0	Нижня білизна з довгими рукавами, сорочка, штани, V-подібний виріз, светри, куртки, шкарпетки, черевики	1,3
Нижня білизна з довгими рукавами, термopіджак та брюки, термокомбінезони, шкарпетки, взуття, шапки, рукавички	2,55	Нижня білизна з короткими рукавами, сорочка, брюки, жилети, куртки, пальто, шкарпетки, черевики	1,5

Додаток Г

Різниця двох рівнів, що додаються, дБА або дБ	Додаток до більш високого рівня, дБ	Різниця двох рівнів, що додаються, дБА або дБ	Додаток до більш високого рівня, дБ
0	3,0	7	0,8
1	2,5	8	0,6
2	2,0	9	0,5
3	1,8	10	0,4
4	1,5	15	0,2
5	1,2	20	0
6	1,0		

Додаток Д

Тривалість ступенів переривчастого шуму, хв/% за зміну	Поправка ЛдБА, ЛдБ	Тривалість ступенів переривчастого шуму, хв/% за зміну	Поправка ЛдБА, ЛдБ
480/100	0	120/25	6,0
420/88	0,6	60/12	9,0
360/75	1,2	30/6	12,0
300/65	2,0	15/3	15,1
240/50	3,0	6/1	19,1
15/38	4,2		

Додаток Е

Різниця рівнів, дБ	Відношення доз, раз	Різниця рівнів, дБ	Відношення доз, раз
0	1	7	5
1	1,3	8	6,3
2	1,6	9	8
3	2	10	10
4	2,5	15	32
5	3,2	20	100
6	4		

Додаток І

Різниця рівнів, дБ	Додаток до найбільшого рівня	Різниця рівнів, дБ	Додаток до найбільшого рівня
0	3,0	6	1,0
1	2,5	7	0,8
2	2,0	8	0,6
3	1,8	9	0,5
4	1,5	10	0,4
5	1,2		