

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

Вплив умов праці на здоров'я та працездатність людини

Мета. Освоїти сучасні підходи до аналізу ризиків професійної діяльності, опанувати методику оцінювання важкості праці як результату сукупної дії несприятливих чинників на здоров'я людини.

Завдання 1. Знайдіть інтегральний показник важкості праці за умовами праці, що подані в **табл. II.9.1** та **табл. II.9.2**, визначте категорію важкості праці та оцініть можливий функціональний стан організму.

Завдання 2. Оцініть як зміниться інтегральний показник важкості праці та продуктивність праці робітників внаслідок покращення умов праці. Для цього приймаємо, що заходи з охорони праці призвели до зменшення оцінок для найнебезпечніших чинників (чинників з найвищою оцінкою у балах) на 1 бал.

Таблиця II.9.1

Санітарно-гігієнічні чинники умов праці на робочому місці

Номер варіанта	Температура повітря у приміщенні, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с		Рівень шуму, дБА	Освітленість, Лк	Виробничий пил, вміст, мг/м ³
	теплий період року	холодний період року		теплий період року	холодний період року			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18	13	65	0,1	0,1	40	300	7,5
2	19	14	60	0,2	0,2	45	280	6,0
3	20	15	55	0,3	0,3	50	260	4,5
4	21	16	50	0,4	0,4	55	240	3,0
5	22	17	45	0,5	0,5	60	220	1,5
6	23	18	40	0,1	0,1	65	200	1,2
7	24	19	45	0,2	0,2	70	180	0,9
8	25	20	50	0,3	0,3	40	160	0,6
9	26	21	55	0,4	0,4	45	140	7,5
10	27	22	60	0,5	0,5	50	120	6,0
11	28	13	65	0,1	0,1	55	100	4,5
12	29	14	70	0,2	0,2	60	80	3,0
13	30	15	75	0,3	0,3	65	60	1,5
14	18	16	65	0,4	0,4	70	40	1,2
15	19	17	60	0,5	0,5	40	300	0,9
16	20	18	55	0,1	0,1	45	280	0,6
17	21	19	50	0,2	0,2	50	260	7,5
18	22	20	45	0,3	0,3	55	240	6,0
19	23	21	40	0,4	0,4	60	220	4,5
20	24	22	45	0,5	0,5	65	200	3,0
21	25	13	50	0,1	0,1	70	180	1,5
22	26	14	55	0,2	0,2	40	160	1,2
23	27	15	60	0,3	0,3	45	140	0,9
24	28	16	65	0,4	0,4	50	120	0,6
25	29	17	70	0,5	0,5	55	100	7,5
26	30	18	75	0,1	0,1	60	80	6,0
27	18	19	65	0,2	0,2	65	60	4,5
28	19	20	60	0,3	0,3	70	40	3,0
29	20	21	55	0,4	0,4	40	300	1,5
30	21	22	50	0,5	0,5	45	280	1,2

Психофізіологічні чинники умов праці на робочому місці

Номер варіанта	Загальне фізичне динамічне навантаження, кДж/год	Робоче місце та робоча поза, номер	Тривалість зосередження уваги, % від тривалості робочої зміни	Кількість об'єктів спостереження	Навантаження на зоровий аналізатор, розряд зорової роботи	Кількість елементів та операцій в роботі	Тривалість виконання операцій, с що повторюються
1	2	3	4	5	6	7	8
1	380	1	80	1	IV	12	50
2	430	2	75	2	IV	4	33
3	385	1	70	3	IV	8	100
4	440	2	65	4	IV	4	25
5	390	1	60	5	IV	5	15
6	450	2	55	6	IV	3	8
7	395	1	50	7	IV	2	10
8	460	2	45	8	IV	5	90
9	400	1	40	9	IV	3	15
10	470	2	35	10	IV	4	18
11	405	1	30	11	IV	12	180
12	480	2	25	12	IV	2	7
13	410	1	20	13	IV	2	15
14	490	2	80	14	IV	4	20
15	415	1	75	15	IV	15	200
16	500	2	70	16	IV	7	45
17	420	1	65	17	IV	8	60
18	510	2	60	18	IV	4	20
19	380	1	55	19	IV	3	120
20	520	2	50	20	IV	4	6
21	385	1	45	1	IV	2	17
22	530	2	40	2	IV	4	80
23	390	1	35	3	IV	9	85
24	540	2	30	4	IV	3	11
25	395	1	25	5	IV	3	27
26	550	2	20	6	IV	6	70
27	400	1	80	7	IV	3	9
28	560	2	75	8	IV	4	32
29	405	1	70	9	IV	6	26
30	570	2	65	10	IV	20	600

Теоретичні відомості

На трудову діяльність людини впливають виробниче середовище, організація виробничих процесів і взаємовідносини у колективі. Умови праці як сукупність санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, соціальних і естетичних чинників виробничого середовища та трудового процесу мають безпосередній вплив на здоров'я і працездатність людини.

Головні чинники, які визначають умови праці:

1) санітарно-гігієнічні чинники (чинники виробничого середовища):

– фізичні чинники:

- мікроклімат (температура повітря на робочому місці у теплий і холодний період року; відносна вологість повітря; швидкість руху повітря у теплий і холодний період року; інфрачервоне випромінювання);

- барометричний тиск;
 - неіонізуювальні електромагнітні поля та випромінювання (електростатичні поля, постійні магнітні поля, електричні та магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону (зокрема лазерне та ультрафіолетове);
 - іонізуювальні випромінювання;
 - виробничий шум, ультразвук, інфразвук;
 - вібрація (локальна, загальна);
 - освітлення (відсутність або недостатність природного; недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск у разі штучного освітлення);
 - іонізація повітря;
 - хімічні чинники:
 - шкідливі речовини (кожна речовина як новий чинник);
 - аерозолі фіброгенної дії (виробничий пил);
 - біологічні чинники:
 - мікроорганізми (продуценти, живі клітини та спори мікроорганізмів, що містяться в бактеріальних препаратах, патогенні мікроорганізми);
- 2) *психофізіологічні чинники (чинники трудового процесу)*:
- важкість праці (характеристика трудового процесу, що відображає рівень загальних енергозатрат, переважне навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну та інші системи):
 - загальне фізичне навантаження (фізичне динамічне навантаження);
 - маса вантажу, що піднімається або переміщується;
 - загальна кількість стереотипних робочих рухів;
 - статичне навантаження;
 - робоча поза;
 - переміщення у просторі;
 - напруженість праці (характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника):
 - інтелектуальні, сенсорні та емоційні навантаження (тривалість зосередження уваги, щільність сигналів, напруженість зору, ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб або ступінь відповідальності за життя інших осіб, змінність у разі роботи виключно в нічну зміну);
 - ступінь монотонності навантажень (кількість операцій чи елементів, що виконуються, тривалість повторювальних операцій);
 - режим роботи.

Відповідно до гігієнічної класифікації праці за фактичними рівнями розглянутих чинників на робочому місці праці виділяють 4 класи умов праці:

1 клас (*оптимальні умови праці*) — умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності;

2 клас (*допустимі умови праці*) — умови, що характеризуються такими рівнями чинників виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів (а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни) та не повинні чинити несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їх нащадків в найближчому і віддаленому періодах;

3 клас (*шкідливі умови праці*) — умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих чинників, які перевищують гігієнічні нормативи та здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника та/або його нащадків;

4 клас (*небезпечні умови праці*) — умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих чинників виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення гострих професійних уражень, у тому числі й важких форм.

Гігієнічна класифікація праці є основою атестації робочих місць, яка передбачає дослідження чинників виробничого середовища і трудового процесу та їхнє порівняння з нормативними величинами. Головна мета атестації полягає у регулюванні відносин між роботодавцем і працівниками з питань гарантування прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу у небезпечних і шкідливих умовах. Але нині через автоматизацію та роботизацію робочих місць, цифровізацію професійної діяльності умови праці суттєво змінюються. Кількість робочих місць із важкими, небезпечними та шкідливими умовами, праця на яких є потенційно травмо- чи сметрельнонебезпечною, поступово зменшується, а натомість зростає частка робочих місць офісних працівників. За таких умов господарювання питання безпеки праці та здоров'я працівників і далі залишаються актуальними, тільки зміщуються акценти у їхній реалізації, а саме основна увага спрямовується на збереження високої працездатності та надійності працівників упродовж усього часу роботи.

Тому альтернативним підходом до оцінювання впливу чинників виробничого середовища і трудового процесу на здоров'я працівників є вчення про *функціональний стан організму людини*, який виникає під їхнім впливом як безпосередньо в процесі праці, так і у вигляді віддалених наслідків.

Під впливом різних виробничих чинників може сформуватися один із трьох функціональних станів організму: *нормальний, межовий (між нормою та патологією) і патологічний*. Характерні ознаки цих трьох станів покладені в основу визначення *важкості праці* у ширшому розумінні цього терміну, який охоплює вплив на організм людини як самої важкості та напруженості праці, так і санітарно-гігієнічних чинників. Від того, в якому функціональному стані перебуває організм, залежать результати трудової діяльності та здоров'я працівника.

Залежно від ступеня впливу умов праці на людину виділяють *шість категорій важкості праці*. До першої категорії важкості відносять роботи, які виконуються в оптимальних умовах праці. Роботи, за яких нормальний стан організму не змінюється, належать до другої категорії важкості. У разі робіт третьої категорії важкості формується початкова стадія межового функціонального стану. До четвертої категорії важкості відносять роботи, під час виконання яких чітко проявляється глибокий межовий функціональний стан. Роботи, за яких починає формуватися патологічний функціональний стан, належать до п'ятої категорії важкості. У разі робіт шостої категорії важкості вже чітко проявляються ознаки патологічного функціонального стану.

Хід виконання

Для встановлення категорії важкості праці спочатку розраховують *інтегральний показник важкості праці (U)*:

$$U = \left(X_m + X_c - \frac{X_m \times X_c}{6} \right) \times 10, \quad (\text{П.9.1})$$

де X_m — найвища оцінка у балах, яку отримав хоча б один чинник умов праці; X_c — середня

оцінка у балах серед усіх чинників, окрім чинника з найвищою оцінкою, розраховується за формулою:

$$X_c = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_{n-1}}{n-1}, \quad (\text{П.9.2})$$

де n — кількість чинників, що визначають умови праці на робочому місці; $X_1, X_2, \dots X_{n-1}$ — оцінки у балах, які отримали інші окремі чинники умов праці, крім одного чинника з найвищою оцінкою.

Вплив кожного наявного на робочому місці чинника на організм людини оцінюють за бальною шкалою від 1 до 6 шляхом порівняння фактичної інтенсивності його дії з нормативною відповідно до *табл. П.9.3* і *табл. П.9.4*.

Таблиця П.9.3

Оцінювання умов праці за санітарно-гігієнічними чинниками умов праці

Оцінка чинників умов праці, бали	Фізичні чинники								Хімічні чинники	
	Мікроклімат					Вібрація, кратність перевищення ГДР	Рівень шуму, дБА	Освітленість, частка від норми *	Шкідливі речовини, кратність перевищення ГДК	Виробничий пил, кратність перевищення ГДК**
	Температура повітря у приміщенні, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с						
				теплий період року	холодний період року					
1	18–20	20–22	40–54	< 0,2	< 0,2	≤ 1,0	< 33	1,3–1,5	< 0,8	< 0,8
2	21–22	17–19	55–60	0,2–0,5	0,2–0,3	1,001–1,075	33–50	0,8–1,2	0,8–1,0	0,8–1,0
3	23–28	15–16	61–75	0,6–0,7	0,4–0,5	1,076–1,170	51–54	0,5-0,7	1,1–2,5	1,1–5,0
4	29–32	13–14	76–85	0,8–1,2	0,6–1,0	1,171–1,230	55–63	0,3-0,4	2,6–4,0	5,1–10,0
5	33–35	8–12	> 85	1,3–1,7	1,1–1,5	1,231–1,440	64–75	0,1-0,2	4,1–6,0	10,1–50
6	> 35	< 8	–	> 1,7	> 1,5	> 1,44	> 75	< 0,1	> 6	> 50

* норма освітленості для IV розряду зорової роботи (середньої точності) — 200 Лк;

** граничнодопустима концентрація (ГДК) виробничого пилу — 1,5 мг/м³.

Оцінювання умов праці за психофізіологічними чинниками умов праці

Оцінка чинників умов праці, бали	Важкість праці			Напруженість праці					
	Фізичне динамічне навантаження		Статичне навантаження	Сенсорні навантаження				Монотонність роботи	
	загальне, кДж/год	місьцеве, кДж/год	робоче місце та робоча поза, номер***	тривалість зосередження уваги, % від тривалості робочої зміни	кількість об'єктів спостереження	кількість сигналів за годину	навантаження на зоровий аналізатор, розряд зорової роботи	кількість елементів та операцій в роботі	тривалість виконання операцій, що повторюються, с
1	≤420	<210	1	<25	<5	<75	VI-VIII	>10	>100
2	421–830	210–420	2; 3	25–50	5–10	75–175	V	6–10	31–100
3	831–1250	421–620	4,1; 4,2; 4,3; 5	51–75	11–25	176–300	IV	5	20–30
4	1251–1700	621–830	6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 7,1; 7,2	76–85	>25	>300	III	3–4	10–19
5	>1700	>830	8,1; 8,2; 8,3; 8,4; 9,1; 9,2	86–90	–	–	II	2	5–9
6	–	–	10,1; 10,2; 10,3; 11	> 90	–	–	I	1	1–4

*** номер визначають відповідно до опису позначень робочого місця та робочого положення корпусу тіла людини.

Серед чинників враховують також облаштування робочого місця та робоче положення тіла (пози), які в сукупності утворюють одинадцять способів облаштування робочих місць:

1. Робоче місце стаціонарне, поза довільна, корпус і кінцівки знаходяться у зручному положенні. Маса предметів, що переміщують, до 0,5 кг.
2. Робоче місце стаціонарне, поза довільна, корпус і кінцівки знаходяться у зручному положенні. Маса предметів, що переміщують, до 5 кг.
3. Робоче місце не стаціонарне з ходьбою без вантажів до 4 км за зміну.
4. Робоче місце стаціонарне:
 - 4.1. Положення тіла вимушене (сидячи чи стоячи). До 25 % робочого часу працівник знаходиться у нахиленому положенні під кутом до 30°.
 - 4.2. Нахили корпусу тіла під кутом 30° в межах від 50 до 100 разів за зміну.
 - 4.3. Робоче місце розміщене на конвеєрі висотою понад 1,5 м; деталі, що обробляють, масою до 5 кг.
5. Робоче місце нестаціонарне з ходьбою без вантажів від 5 до 7 км за зміну.
6. Робоче місце стаціонарне:
 - 6.1. Положення тіла вимушене, незручне, до 50 % робочого часу працівник знаходиться у нахиленому положенні під кутом понад 30°.
 - 6.2. Нахили корпусу тіла під кутом до 30° в межах від 101 до 300 разів за зміну або під кутом до 60° — 100 разів на зміну.
 - 6.3. Робоче місце розміщене на конвеєрі висотою понад 1,5 м; деталі, що обробляють, масою понад 5 кг.
 - 6.4. Робота в тісному обмеженому місці за зручного положення корпусу тіла та кінцівок.
7. Робоче місце нестаціонарне:
 - 7.1. Положення тіла вимушене, незручне до 50 % робочого часу за зміну.

7.2. Ходьба без вантажів від 8 до 10 км за зміну.

8. Робоче місце стаціонарне:

8.1. Положення тіла вимушене, незручне, в нахиленому положенні під кутом понад 30° протягом більше 50 % робочого часу за зміну.

8.2. Нахили корпуса під кутом до 30° більше ніж 300 разів за зміну; до 60° — від 100 до 300 разів за зміну; до 90° — до 100 разів за зміну.

8.3. Робота в тісному обмеженому місці у незручному вимушеному положенні.

8.4. Робота на висоті понад 5 м, без вантажів.

9. Робоче місце нестаціонарне:

9.1. Положення тіла вимушене, незручне понад 50 % робочого часу за зміну.

9.2. Ходьба без вантажів від 10 до 17 км за зміну.

10. Робоче місце стаціонарне:

10.1. Положення тіла вимушене, незручне. Нахили корпуса під кутом до 60° понад 300 разів або під кутом 90° — до 300 разів за зміну.

10.2. Робота в тісному обмеженому місці у незручному вимушеному положенні з вантажем до 5 кг понад 50 % робочого часу за зміну;

10.3. Робота на висоті понад 5 м з вантажем понад 5 кг.

11. Робоче місце нестаціонарне, з ходьбою більше 17 км за зміну.

За величиною інтегрального показника важкості праці встановлюють категорію важкості праці (табл. II.9.5).

Таблиця II.9.5

Категорії важкості праці						
Категорія важкості праці	1	2	3	4	5	6
Інтегральний показник важкості праці	до 18,3	18,3–33	33,1–45	45,1–53	53,1–59	59,1–60

Якщо на робочому місці на працівника діють тільки чинники, які оцінюють у один чи два бали, то під їхнім впливом, зазвичай, формуються умови праці першої та другої категорії важкості. Такі умови праці вважають нормальними.

За наявності на робочому місці чинників, які мають оцінки у понад два бали, у працівників можуть сформуватися межові та патологічні стани. Такі умови праці вимагають покращення.

Зазначимо, що найбільший вклад в інтегральний показник важкості праці вносить чинник (чинники), який (які) має (мають) максимальну бальну оцінку. Тому під час обґрунтування шляхів покращення умов праці спершу треба віднайти способи усунення цього чинника (чи цих чинників). Усунення чинників, які мають невисокі бальні оцінки, зазвичай, є малоефективним.

За інтегральним показником важкості праці можна також спрогнозувати вплив умов праці на рівень працездатності працівників, їхню продуктивність і, як наслідок, ефективність виробництва. Рівень працездатності людини (B) у відносних одиницях розраховують за формулою:

$$B = 124,4 - 1,56 \cdot U, \quad (\text{II.9.3})$$

Покращення умов праці переважно призводить до підвищення рівня працездатності людини, яке, у свою чергу, може зумовити зростання продуктивності праці (P):

$$P = \left(\frac{B_2}{B_1} - 1 \right) \cdot 0,2 \cdot 100, \%, \quad (\text{II.9.4})$$

де B_1 , B_2 — рівні працездатності людини до та після покращення умов праці; 0,2 — емпіричний коефіцієнт, який показує вплив зростання рівня працездатності людини на підвищення її продуктивності праці.

У висновку студенти пропонують заходи з охорони праці, які призведуть до зменшення оцінок для найшкідливіших чинників і, як наслідок, до зростання продуктивності праці.

Приклад розрахунку.

Вихідні дані, необхідні для проведення розрахунків, подаємо у **табл. II.9.6**. Порівнюючи фактичні інтенсивності дії чинника з нормативними у **табл. II.9.3** і **табл. II.9.4**, визначаємо відповідні значення X_i для кожного чинника (наприклад, температура в приміщенні в теплу пору року 20°C , що відповідає оцінці $X_1 = 1$) та вносимо у ту ж **табл. II.9.6**.

Таблиця II.9.6

Вихідні дані для проведення розрахунків та оцінки чинників у балах

Санітарно-гігієнічні чинники умов праці на робочому місці							
Температура повітря у приміщенні, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с		Рівень шуму, дБА	Освітленість, люкс	Виробничий пил, вміст, мг/м³
теплий період року	холодний період року		теплий період року	холодний період року			
20	17	80	0,1	0,1	50	210	8,0
Оцінки чинників у балах							
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
1	2	4	1	1	2	2	4
Психофізіологічні чинники умов праці на робочому місці							
Загальне фізичне динамічне навантаження, кДж/год	Робоче місце та робоча поза, номер	Тривалість зосередження уваги, % від тривалості робочої зміни	Кількість об'єктів спостереження	Навантаження на зоровий аналізатор, розряд зорової роботи	Кількість елементів та операцій в роботі	Тривалість виконання операцій, що повторюються, с	
700	2	33	5	IV	20	900	
Оцінки чинників у балах							
X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	
2	2	2	2	3	1	1	

Для визначення X_i для освітленості/виробничого пилу потрібно спочатку фактичне значення поділити на норму/ГДК, а вже за отриманим співвідношенням знайти відповідну оцінку X_i (наприклад, для освітленості 210 Лк $210/200 = 1,05$, що відповідає значенню $X_7 = 2$).

Серед усіх отриманих значень X_i визначаємо максимальне (у нашому прикладі це $X_m = 4$). Якщо максимальне значення мають більше як один чинник, то вибираємо лише один з них, а решту підставляємо у формулу (II.9.2) для розрахунку X_c . Кількість чинників 15, отже

$n = 15$.

$$X_c = \frac{1+2+1+1+2+2+4+2+2+2+2+3+1+1}{15-1} = 1,86$$

Далі розраховуємо значення інтегрального показника важкості праці U_1 , за формулою (П.9.1) та рівень працездатності B_1 за формулою (П.9.3):

$$U_1 = \left(4 + 1,86 - \frac{4 \times 1,86}{6} \right) \times 10 = 46,2$$

$$B_1 = 124,4 - 1,56 \times 46,2 = 52,3.$$

За таблицею П.9.5 визначаємо категорію важкості праці: значенню $U_1 = 46,2$ відповідає 4-та категорія важкості праці, яка може спричинити глибокий межовий функціональний стан.

Пропонуємо заходи, які треба вжити щоб покращити умови праці (розписуємо). Далі приймаємо, що після реалізації запропонованих заходів кількісна оцінка в балах для небезпечних чинників знизиться на 1 чи 2 бали.

У нашому випадку приймаємо, що заходи з охорони праці призвели до зменшення оцінок для найнебезпечніших чинників на 1 бал: тепер $X_3 = 3$, $X_8 = 3$ і, відповідно, $X_m = 3$). За формулами (П.9.2), (П.9.1) та (П.9.3) розраховуємо нові значення U_2 та B_2 , які зумовлені покращенням умов праці:

$$X_c = \frac{1+2+1+1+2+2+3+2+2+2+2+3+1+1}{15-1} = 1,78$$

$$U_2 = \left(3 + 1,78 - \frac{3 \times 1,78}{6} \right) \times 10 = 38,9$$

$$B_2 = 124,4 - 1,56 \times 38,9 = 63,7.$$

За таблицею П.9.5 визначаємо нову категорію важкості праці: значенню $U_2 = 38,93$ відповідає 3-тя категорія важкості праці, яка може спричинити початкову стадію межового функціонального стану.

Тепер оцінимо зростання продуктивності праці внаслідок покращення умов праці за формулою (П.9.4):

$$P = \left(\frac{63,7}{52,3} - 1 \right) \times 0,2 \times 100 = 4,3\%$$

Висновки. Визначене значення інтегрального показника важкості праці відповідає четвертій категорії, за якої може сформуватися межовий функціональний стан. Чинниками, які мають найвищі рівні згубного впливу на працівників, є занадто високі відносна вологість та вміст пилу у приміщенні. Після реалізації запропонованих заходів вдалося понизити оцінку в балах на 1. Розрахунки показують, що таке покращення умов праці може сприяти підвищенню продуктивності праці приблизно на 4,3 %.