Дәріс 13. Жарықтандыру, діріл және шуды бақылау әдістері мен өлшеу құралдары



Дәріскер: х.ғ.к., доцент

Кудьярова Ж.Б.

Дәрістің мақсаты: білім алушыларды өндірістік орта параметрлерімен және оларды өлшеу құралдарымен таныстыру, жарықтандырудың, шудың және дірілдің деңгейлерін және олардың адам ағзасына әсерін бағалау

Фактор, өлшеу нүктесі және аспап

Бақылау бағдарламасын құру үшін өлшенетін шаманы және оның қай жерде тіркелетінін анықтайды.

Фактор	Өлшенетін көрсеткіш	Аспап және өлшеу орны
Жарықтандыру	E, lx. Жарықтанудың кеңістікте таралуы	Люксметр. Датчик нақты жұмыс жазықтығында.
Шу	L_Aeq,T, dB. Ауысымдық әсер және қажет болса шыңдық деңгей	Шу өлшегіш немесе жеке дозиметр. Микрофон есту аймағында.
Діріл	a, m/s^2. Адам әсерін бағалауда жиіліктік салмақталған үдеу	Үш осьті акселерометр. Қол, орындық немесе аяқ жанасатын бетте.

Жарықтану және өлшеу геометриясы

Жұмыс бетіне түсетін жарық ағынының ауданға қатынасы жарықтануды сипаттайды.

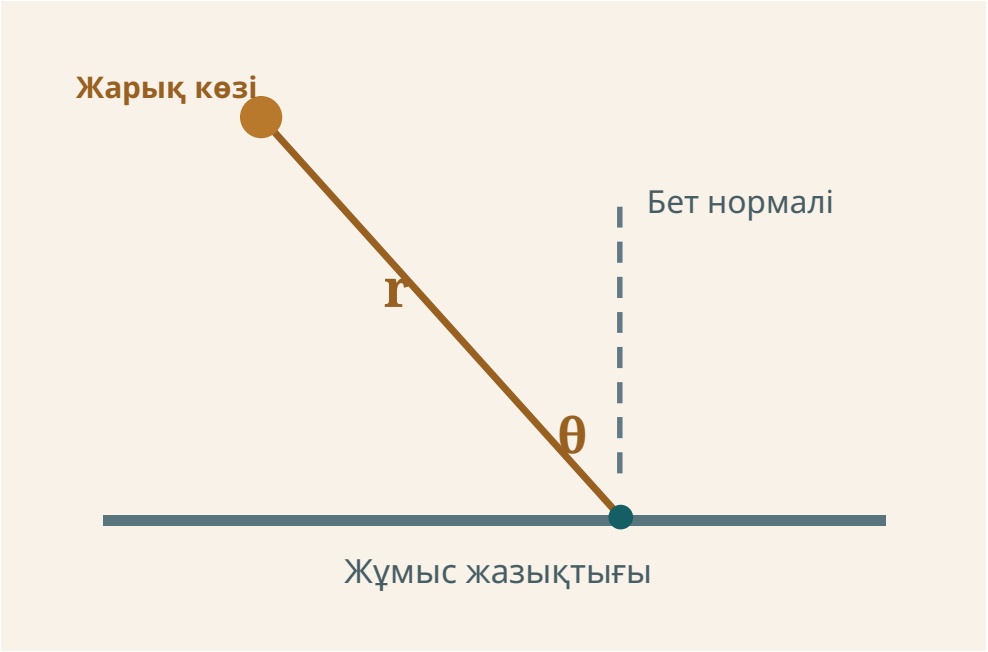
$$E = d\Phi_v / dA$$

1 lx = 1 lm/m²

Нүктелік көз үшін

I_v жарық күшін канделамен, r қашықтықты метрмен өрнектейді. θ сәуле мен бет нормалі арасында өлшенеді.

$$E = I_v \cos\theta / r^2$$



Нүктелік көздің сәулесі мен жұмыс беті

Люксметрмен өлшеу тәртібі

Люксметрдің фотодатчигі жұмыс бетіне түсетін жарықты люкспен тіркейді.



Люксметр мен фотодатчик · Tecpel, TES-1337B

Жұмыс жазықтығы

Датчикті жұмыс бетінің биіктігіне және бағытына сай орналастырыңыз. Өлшеу нүктелерін торға белгілеңіз.

Қалыпты жұмыс жағдайы

Шамдардың күйін, күндізгі жарықты және перде қалпын тіркеңіз. Датчикке өз көлеңкеңіз түспесін.

Қосымша бағалау

Шағылысу мен көз қарығуын бөлек тіркеңіз. Жарықтың уақыт бойынша өзгерісін пульсация өлшегішпен бағалайды.

Алты нүкте бойынша жарықтануды бағалау

Төмендегі мысалда жұмыс беті тең ауданды алты ұяшыққа бөлінді. Әр ұяшықтың ортасындағы жарықтану өлшенді.

Жұмыс бетінің картасы, lx

610	**560**	**490**
580	**520**	**300**

Орташа және ең аз жарықтану

$\bar{E}$ = 3060/6 = 510 lx
E_{min} = 300 lx

Біркелкілік коэффициенті

$U_0 = E_{min}/\bar{E}$ = 300/510 ≈ 0,59

Оқу шарты $\bar{E} \geq 500$ lx, $U_0 \geq 0{,}60$

Шу деңгейі және жиіліктік түзету

Дыбыс қысымы паскальмен өлшенеді. Оның деңгейін логарифмдік децибел шкаласымен өрнектейді.

$$L_p = 20 \log_{10}(p_{rms} / p_0)$$

Ауадағы тірек қысым p_0 = 20 μPa. p_{rms} — дыбыс қысымының әсерлік мәні.

Көрсеткіш	Нені сипаттайды?	Қолдану
L_Aeq,T	T аралығындағы A-салмақталған энергияға балама деңгей	Ауысым немесе операция бойынша әсерді бағалау
L_Cpeak	C-салмақталған дыбыс қысымының шыңдық деңгейі	Соққы немесе импульстік шуды бағалау
Октавалық спектр	Жиілік жолақтарындағы деңгейлер	Шу көзін талдау және басу шарасын таңдау

Шуөлшегіш және жеке дозиметр

Шуөлшегіш нүктедегі дыбыс деңгейін, дозиметр жұмыскердің ауысым ішіндегі жеке әсерін тіркейді.



Шуөлшегіш

Бекітілген өлшеу нүктесінде немесе операция кезінде L_Aeq,T және спектрді тіркейді.



Жеке шу дозиметрі

Микрофон есту аймағына, әдетте иыққа жақын бекітіледі. Қызметкермен бірге қозғалады.

Шуды өлшеу және картаға түсіру

Аймақтық карта шу көзін табуға көмектеседі. Жеке әсерді есептеу үшін жұмыскердің әр аймақта өткізген уақыты қажет.

Өлшеуге дейін

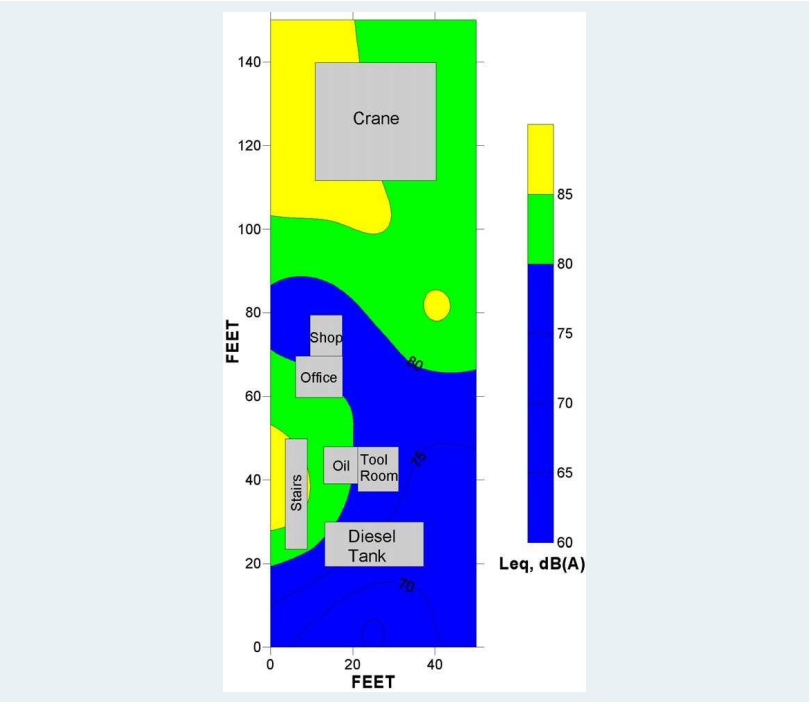
Аспап режимін таңдаңыз. Микрофонды акустикалық калибратормен тексеріп, көрсетілімді жазыңыз.

Өлшеу кезінде

Микрофонның орны мен биіктігін белгілеңіз. Жабдықтың жүктемесін, жұмыс циклін және өлшеу ұзақтығын тіркеңіз.

Өлшеуден кейін

Калибратор көрсетілімін қайта тексеріңіз. Бірдей режимдегі нүктелердің L_Aeq,T мәндерін картаға түсіріңіз.



Сегіз сағаттық шу деңгейін есептеу

Дыбыс энергиясының үлесі әр операцияның деңгейіне де, оның ұзақтығына да тәуелді.



Ауысымның екі кезеңі

2 сағ бойы 90 dB(A)
6 сағ бойы 80 dB(A)

Энергия бойынша қосу

Әр деңгейді $10^{(L_i/10)}$ шамасына айналдырып, уақыт бойынша орташа аламыз.

$$L_{Aeq,8h} = 10 \log_{10}[(2 \times 10^{9} + 6 \times 10^{8})/8] \approx 85{,}1\ \text{dB(A)}$$

Діріл сигналының физикалық шамалары

Механикалық тербеліс орын ауыстыру x(t), жылдамдық v(t) және үдеу a(t) арқылы сипатталады.



Әсерлік мән · RMS

Квадраттық орташа үдеу сигналдың өлшеу аралығындағы шамасын сипаттайды.

Жиілік құрамы · FFT

Спектр басым жиіліктерді көрсетеді. 1500 айн/мин жылдамдықтың айналу жиілігі 25 Hz.

Графикте үдеу амплитудасы 2,00 m/s². Таза синусоида үшін әсерлік мән $2/\sqrt{2} \approx 1{,}41$ m/s².

Діріл өлшегіш және датчиктің бекітілуі

Акселерометр механикалық үдеуді электр сигналына айналдырады. Өлшегіш әсерлік мәнді немесе жиілік спектрін есептейді.



Портативті діріл өлшегіш және акселерометр ·

Жабдық диагностикасы

Датчикті белгіленген нүктеге қатты бекітеді. Қайталама өлшеуде орын, ось және бекіту тәсілі бірдей болады.

Адамға берілетін діріл

Үш осьті датчикті қолға, орындыққа немесе аяқ тірегіне діріл өтетін жанасу бетіне лайықтап орналастырады.

Босаң бекіту, осьтің ауытқуы және кабель қозғалысы көрсетілімге әсер етеді.

Дірілдің адамға берілу жолдары

Датчик орналасуы мен жиіліктік салмақтау адам денесіне діріл қай жерден берілетініне тәуелді.

Белгі	Қол–білек дірілі	Бүкіл дене дірілі
Мысал	Тегістегіш, бұрғы немесе қол құралы	Көлік пен тиегіш орындығы, дірілдейтін еден
Датчик орны	Тұтқада, қол жанасатын аймаққа жақын	Орындықта немесе тірек бетінде
Деректі өңдеу	Үш осьтегі жиіліктік салмақталған RMS мәндерінен есептелетін вектор модулі	Осьтерге сәйкес салмақтау. Әсерді RMS немесе соққылы режимде VDV арқылы бағалау
Әдістемелік негіз	ISO 5349-1 және ISO 5349-2	ISO 2631-1

Қол–білек дірілінің A(8) мәні

Екі операциядан алынған жиіліктік салмақталған үдеулерді әсер уақыты бойынша сегіз сағатқа келтіреміз, қалған бес сағатта қол–білек дірілі әсер етпейді. Тегістеу операциясы жиынтық мәнге көбірек үлес қосады.

Операция	Үш ось бойынша a_{hv}	Нақты әсер уақыты
Тегістеу	4,0 m/s²	2,0 сағ
Бұрғылау	3,0 m/s²	1,0 сағ

$$A(8) = \sqrt{[\Sigma(a_{hv,i}^2 \, T_i) / T_0]}, \quad T_0 = 8 \text{ сағ}$$

$$A(8) = \sqrt{[(4{,}0^2 \times 2{,}0 + 3{,}0^2 \times 1{,}0)/8]} \approx 2{,}26 \text{ m/s}^2$$

Өлшеуден бақылау шарасына дейін

Фактор	Алғашқы нәтиже	Бақылау шарасы және қайта тексеру
Жарықтандыру	$\bar{E}$ = 510 lx, U_0 = 0,59	300 lx нүктесіндегі көлеңкені тексеру. Шам орнын түзеткен соң сол торда өлшеу.
Шу	L_Aeq,8h = 85,1 dB(A)	Картадан басым көзді анықтау. Қоршау немесе оқшаулаудан кейін жұмыс режимін сақтап өлшеу.
Қол–білек дірілі	A(8) = 2,26 m/s²	Тегістегішті және құрал күйін тексеру. Үдеу мен нақты әсер уақытын қайта тіркеу.

Бақылау сұрақтары:

1. Жарықтандыруды өлшеу әдісіне тоқталыңыз, люксметрдің жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
2. Шу және дірілге сипаттама беріңіз, олардың өндірістегі рұқсат етілу деңгейлеріне тоқталыңыз.
3. Шу өлшегіштің жұмыс істеу прициpін түсіндіріңіз.
4. Дірілдің адамға берілу жолдарын сипаттаңыз.
5. Өндірістік орта параметрлерінің маңыздылығын және олардың адам ағзасына әсерін бағалаңыз.

Әдебиеттер:

1. Полуэктова В. А., Мухачева В. Д. Физико-химические методы анализа. Теория и практика: учебное пособие. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. — 200 с.
2. Шишмарёв В.Ю. Технические измерения и приборы. –М.: Академия, 2022. – 380с.
3. Инструментальные методы в химии / под ред. В. В. Лунина, А. К. Буряка. — М.: КУРС, 2024. — 360 с.