

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность технологических процессов и производств»

*МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОМЫШЛЕННАЯ АКУСТИКА»*

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2018

УДК 62

Составители: Дудник В.В., Афанасьева Н.А.

Методические указания к контрольной работе по дисциплине «промышленная акустика». – Ростов-на-Дону : Донской гос. техн. ун-т, 2018. – 12 с.

Содержат задания к контрольной работе, основные алгоритмы и примеры решения задач.

Предназначены для студентов специальности «Техносферная безопасность» заочной формы обучения.

УДК 62

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского государственного технического университета

Научный редактор д-р. тех. наук, профессор В.В. Гапонов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств» д-р техн. наук, профессор С.Л. Пушенко

В печать _____.20__ г.

Формат 60×84/16. Объем ____ усл. п. л.

Тираж ____ экз. Заказ №. ____.

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный технический университет, 2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. для бакалавров / С. В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 682 с.
2. Занько, Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак ; под ред. О.Н. Русака. - 14-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2012. - 671 с.
3. Камерова, Э.А. Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций / Э. А. Камерова; ДГТУ; ТПИ. - Ростов н/Д : ИЦ ДГТУ, 2012. - 65 с.
4. Юдин Е.Я. Борьба с шумом на производстве. Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др.; М.: Машиностроение, 1985. – 342с.

1. Общие сведения

ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ:

Освоить методы определения снижения вредного влияния шумовых и вибрационных колебаний на человека.

ЗАДАЧИ:

1. Определение необходимого уровня снижения шума в производственном помещении. Вывод.
2. Расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрационных колебаний от нескольких источников в разных октавных полосах частот. Вывод.

ВЫБОР ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта для выполнения контрольной работы равен порядковому номеру в зачетной ведомости.

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна содержать:

Титульный лист установленного образца с подписью студента.

Содержание – где отражается перечень вопросов, содержащихся в контрольной работе.

Введение – где отражаются цели и задачи контрольной работы.

Индивидуальное задание – где излагаются ответы на вопросы контрольной работы в соответствии с вариантом.

Список литературы - при написании контрольной работы необходимо использовать научно-теоретические источники (учебники, учебные пособия, Интернет - сайты и т.п.), которые рекомендуют преподаватели по изучаемым дисциплинам.

Текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: одинарный. Формулы должны быть оформлены в редакторе формул Equation Editor и вставлены в документ как объект. Размеры шрифта для формул: - обычный - 14 пт; - крупный индекс - 10 пт; - мелкий индекс - 8 пт; - крупный символ - 20 пт; - мелкий символ - 14 пт.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст. Текст отчета выполняется на листах формата А4 (210х297 мм) без рамки, соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 20 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 20 мм, нижнее - не менее 20 мм. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы

проставляют внизу страницы от центра без точки в конце. Контрольная работа должна содержать от 15-25 страниц машинописного текста.

Контрольная работа состоит из 2 задач, исходные данные для которых представлены ниже. Подробнее об отрицательном влиянии колебаний и необходимости учета таких воздействий можно ознакомиться в источниках [1-4].

2. Задание для выполнения контрольной работы

Задача 1.

Определить необходимый уровень снижения шума в производственном помещении с координатами X_p , Y_p , N_p и в контрольной точке (рабочем месте оператора) с координатами $X_{оп}$, $Y_{оп}$. Производственное помещение содержит n -источников шума (единиц оборудования) с уровнем звука L_{pi} на частоте f с координатами X_i , Y_i . Средний коэффициент загрузки оборудования $E=0,8$. Источники шума и их контрольная точка находятся на одной высоте. Габариты всех единиц оборудования одинаковые и равны 1,5 метра по трем координатам.

Исходные данные представлены в Таблице 1. Пример решения представлен в разделе 3.

Таблица 1. Исходные данные для задачи № 1.

№ в-та	X_p (м)	Y_p (м)	N_p (м)	$X_{оп}$ (м)	$Y_{оп}$ (м)	α	L_{p1} (дБ)	$X_{и1}$ (м)	$Y_{и1}$ (м)	L_{p2} (дБ)	$X_{и2}$ (м)	$Y_{и2}$ (м)	L_{p3} (дБ)	$X_{и3}$ (м)	$Y_{и3}$ (м)	L_{p4} (дБ)	$X_{и4}$ (м)	$Y_{и4}$ (м)	L_{p5} (дБ)	$X_{и5}$ (м)	$Y_{и5}$ (м)
1	26	25	5	2,5	2	0,4	78	15	6	84	15	10	88	15	13	73	15	17	89	15	21
2	25	29	6	2	3	0,3	79	11	8	85	11	12	89	11	16	74	11	20	90	11	25
3	26	31	4	2	1,5	0,1	77	11	12	86	11	16	90	11	19	75	11	23	91	11	28
4	41	12	5	2,5	2,5	0,1	82	5	7	79	12	7	76	16	7	72	21	7	84	25	7
5	30	19	5	3	3	0,2	79	5	14	72	12	14	72	17	14	80	20	14	92	22	14
6	35	10	5	1	2	0,4	69	5	5	77	12	5	74	17,5	5	74	21	5	86	23	5
7	29	9	4	2	2,5	0,3	78	4	4	101	13	4	73	18	4	75	20	4	87	23	4
8	32	8	5	1	3	0,1	88	3	4	76	13	4	72	17	4	76	20	4	88	22	4
9	33	16	4	2	2,5	0,2	91	4	11	75	12	11	71	16	11	77	19	11	89	21	11
10	29	17	5	3	1,5	0,2	75	5	12	74	10	12	70	17	12	78	19	12	90	21	12
11	29	18	4	1	2	0,1	84	3	13	73	11	13	71	18	13	79	20	13	91	22	13
12	37	11	4	2	2	0,3	77	4	6	78	11	6	75	17	6	73	21	6	85	24	6
13	20	25	4	2	1	0,3	78	12	5	71	12	9	73	12	12	81	12	18	70	12	23
14	19	20	5	3	2	0,2	81	12	5	70	12	8	74	12	11	82	12	14	71	12	18
15	18	23	4	3	1	0,1	92	11	4	71	11	8	75	11	11	83	11	16	72	11	20
16	19	20	5	2	2	0,3	100	10	6	72	10	9	76	10	11	84	10	14	73	10	18
17	12	18	4	3	1	0,1	68	7	3,5	75	7	7	79	7	10	87	7	13	76	7	16
18	19	17	5	2	2	0,2	95	6	5	76	6	15	80	6	19	88	6	12	77	6	15
19	16	19	4	1	3	0,4	76	9	5	73	9	9	77	9	12	85	9	15	74	9	17
20	15	18	7	2	2	0,3	79	8	4	74	8	7	78	8	9	86	8	12	75	8	16
21	19	19	5	3	1	0,2	98	13	4	77	13	7	81	13	10	89	13	13	78	13	17
22	19	16	4	2	1	0,1	78	13	3	78	13	5	82	13	7	90	13	10	79	13	12
23	22	15	5	3	2	0,2	76	12	3	79	12	5	83	12	7	91	12	9	84	12	12
24	22	20	7	2	3	0,3	88	15	4	80	15	7	84	15	10	92	15	13	85	15	17
25	40	15	5	1	1	0,2	78	3	10	82	10	10	85	16	10	84	22	10	82	26	10
26	35	14	4	1	1	0,1	80	3	9	81	10	9	84	15	9	70	22	9	85	24	9
27	38	13	5	2	2	0,2	85	4	8	80	9	8	80	16	8	71	23	8	78	25	8
28	25	23	6	1	2	0,2	84	16	5	81	16	8	85	16	11	70	16	15	86	16	20
29	25	21	5	2	2,5	0,1	82	16	5	82	16	9	86	16	11	71	16	14	87	16	18
30	25	20	7	3	2,5	0,3	89	16	4	83	16	7	87	16	10	72	16	13	88	16	17

Задача 2. Рассчитать продолжительность рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот. Исходные данные представлены в Таблице 2. Пример решения представлен в разделе 3.

Таблица 2. Исходные данные для задачи № 2.

Номер варианта	Виброскорость м/с* 10^2				Номер варианта	Виброскорость м/с* 10^2			
	8 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц		8 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц
1	1,1	2,1	1,1	2,0	16	0,7	2,1	1,1	2,0
2	0,8	2,3	1,1	0,9	17	1	2,3	1,1	0,9
3	0,7	0,8	2	0,9	18	0,8	0,8	2	0,9
4	1	1,7	1,3	0,8	19	1	1,7	1,3	0,8
5	0,8	1,4	1,1	1,1	20	1,2	1,7	1,1	1,1
6	1	1	1,1	1,3	21	2,1	1	1,1	1,3
7	0,8	2	1,1	1,3	22	1,1	2	1,1	1,3
8	1	1	2	1,2	23	1	2,3	1,1	0,9
9	1,2	1,1	1,3	1,5	24	1,2	0,8	2	0,9
10	2,1	1,2,	1,1	2,3	25	2,1	1,7	1,3	0,8
11	1	1	1,1	1,3	26	1,1	1,9	1,1	1,1
12	1,2	2	1,1	1,3	27	0,8	1	2	1,2
13	2,1	1	2	1,2	28	0,7	1,1	1,3	1,5
14	1,1	1,1	1,3	1,5	29	1	1,2,	1,1	2,3
15	0,8	1,2,	1,1	2,3	30	0,8	2,1	1,1	2,0

3. Примеры выполнения заданий контрольной работы

ЗАДАЧА №1

«Расчет шумовых параметров производственного участка»

ЗАДАНИЕ:

Определить необходимый уровень снижения шума в производственном помещении с координатами X_p , U_p , N_p и в контрольной точке (рабочем месте оператора) с координатами $X_{оп}$, $U_{оп}$. Производственное помещение содержит n -источников шума (единиц оборудования) с уровнем звука L_{p_i} на частоте f с координатами X_i , U_i . Средний коэффициент загрузки оборудования $E=0,8$. Источники шума и их контрольная точка находятся на одной высоте. Габариты всех единиц оборудования одинаковые и равны 1,5 метра по трем координатам.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

$X_p=29м$, $U_p=10м$, $N_p=5м$;

$X_{оп}=1м$, $U_{оп}=3м$, $n=5шт$;

$L_{p1}=88дБ$, $X_{и1}=5м$, $U_{и1}=5м$;

$L_{p2}=77дБ$, $X_{и2}=12м$, $U_{и2}=5м$;

$L_{p3}=72дБ$, $X_{и3}=17.5м$, $U_{и3}=5м$;

$L_{p4}=74дБ$, $X_{и4}=21м$, $U_{и4}=5м$;

$L_{p5}=88дБ$, $X_{и5}=23м$, $U_{и5}=5м$.

При $f=1000\text{Гц}$ $L_{\text{доп}}=80\text{дБ}$.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

1. В масштабе строится чертеж планировки помещения (Рис. 1). Требуемый уровень снижения шума определяется по формуле

$$\Delta L = L - L_{\text{доп.}}$$

Где L – уровень шума в контрольной точке;

$L_{\text{доп.}}$ – допустимый уровень шума для помещений по ГОСТ и равный 80дБ.

2. Уровень шума в контрольной точке определяется по формуле

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{m_1} \Lambda_i \Pi_i + \frac{4}{B} \sum_{i=1}^{n_1} \Lambda_i \right),$$

Где $\Lambda_i = 10^{0.1L_{pi}}$ (L_{pi} – уровень звука);

$\Pi_i = \frac{\Phi}{\Omega r_i^2}$ – вклад прямого звука (при $\frac{r_i}{l_{\text{max}}} \geq 2$), где r_i – расстояние от контрольной точки до центра источника шума, которое определяется по теореме Пифагора; $l_{\text{max}} = 1.5\text{м}$ – максимальный габаритный размер оборудования; $\Phi = 1$ – коэффициент направленности; $\Omega = 4\pi = 12,56$ – пространственный угол;

m_1 – число источников шума, находящихся в прямой видимости от расчетной (контрольной) точки;

$n_1 = E_n$ – где n общее количество одновременно работающего оборудования;

$B = \frac{A}{(1-\alpha)}$ – постоянная помещения, где $\alpha = 0.1$ – коэффициент звука поглощения производственного помещения без специальных устройств; $A = \alpha S_{\text{огр.}}$ – эквивалентная площадь, где $S_{\text{огр.}}$ – площадь ограничивающего помещения.

3. Определим постоянную помещения

$$B = \frac{\alpha S_{\text{огр.}}}{(1-\alpha)} = \frac{0.1 * (2 * 29 * 10 + 2 * 29 * 5 + 2 * 5 * 10)}{(1-0.1)} = \frac{97}{0.9} = 107.78$$

4. По чертежу определим число источников шума, находящихся в прямой видимости от расчетной точки. Так как линия, соединяющая контрольную точку с третьим источником шума, пересекает второй источник, то получаем, что третий, четвертый и пятый источники шума не являются прямыми. Тогда получим, что прямых источников шума два, то есть $m_1 = 2$.

5. Определим количество одновременно работающего оборудования

$$n_i = E_n = 0.8 * 5 = 4,$$

где E – коэффициент загрузки оборудования.

6. Определим Λ_i для источников шума, находящихся в прямой видимости от расчетной точки

$$\Lambda_1 = 10^{0.1 \cdot 88} = 10^{8.8} = 630957344.5$$

$$\Lambda_2 = 10^{0.1 \cdot 77} = 10^{7.7} = 50118723.36$$

7. Определим вклад прямого звука для первого источника шума

$$r_1 = \sqrt{5^2 + 4^2} = \sqrt{41} = 6.4 \text{ м}$$

$$\frac{r_1}{l_{\max}} = \frac{6.4}{1.5} = 4.27 > 2 \Rightarrow$$

$$\Pi_1 = \frac{1}{12.56 \cdot 41} = 0.0019$$

8. Определим вклад прямого звука для второго источника шума

$$r_2 = \sqrt{5^2 + 11^2} = \sqrt{146} = 12.08 \text{ м}$$

$$\frac{r_2}{l_{\max}} = \frac{12.08}{1.5} = 8.05 > 2 \Rightarrow$$

$$\Pi_2 = \frac{1}{12.56 \cdot 146} = 0.0005$$

9. Определим уровень шума в контрольной точке

$$\begin{aligned} L &= 10 \lg((630957344.5 + 50118723.36) \cdot (0.0019 + 0.0005)) + \\ &+ \left(\frac{4}{107.78} (630957344.5 + 50118723.36) \right) = 10 \lg(1634582.56 + 25199814.51) = \\ &= 10 \lg 26834397.07 = 10 \cdot 7.429 = 74.29 \text{ дБ} \end{aligned}$$

10. Определим необходимый уровень снижения шума

$$\Delta L = L - L_{\text{доп.}} = 74.29 - 80 = -5.71 \text{ дБ.}$$

Вывод: уровень шума в данном производственном помещении не превышает допустимое значение, то есть находится в норме.

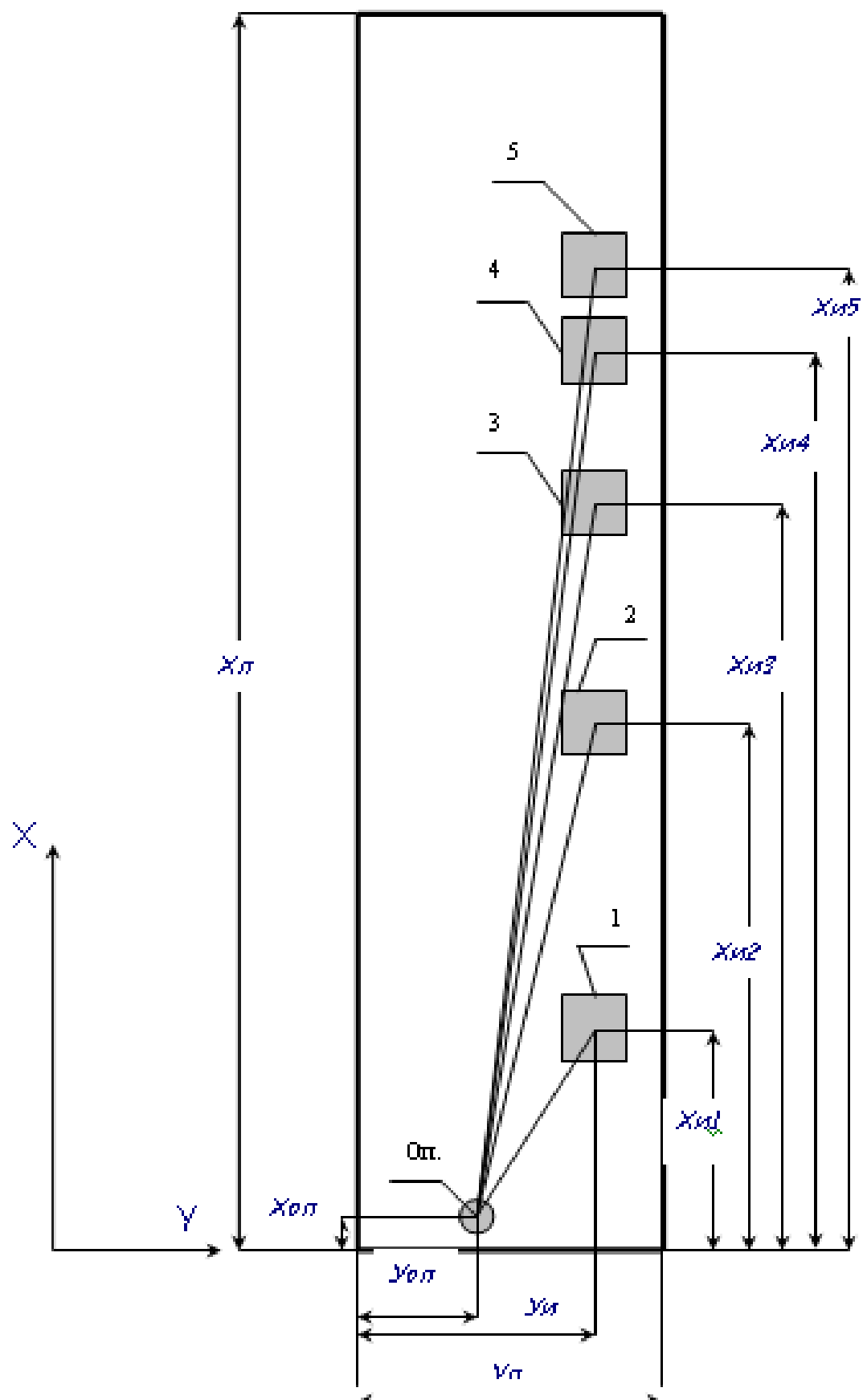


Рис.1. Расположение источников шума в производственном помещении.

ЗАДАЧА №2

«Расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот»

ЗАДАНИЕ

Определить продолжительность рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В результате измерений определена виброскорость локальной вибрации на рабочем месте на частотах, представленных в таблице 3.

Таблица 3. Исходные данные для решения задачи.

Октавная полоса частот, Гц	Виброскорость, м/с
8	0,01
16	0,008
31,5	0,01
63	0,016

Корректированные значения виброскорости, виброускорения и их уровни определяются по формулам:

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2};$$

$$L_{\tilde{u}} = 10 \lg \sum 10^{0,1(L_{ui} + L_{Ki})};$$

где U_i и L_{ui} - квадратическое значение контролируемого параметра вибрации (виброскорости или виброускорения) и его логарифмический уровень в i -й частотной полосе;

n - число частотных полос в нормируемом диапазоне;

K_i и L_i - весовые коэффициенты для i -й частотной полосы для среднего квадратического значения контролируемого параметра или его логарифмического уровня (задаются ГОСТ 12.1.012-90 (1996) ССБТ, Таблица 4).

При превышении допустимых параметров вибрации в 1,12 раза или на 1 дБ на рабочем месте нормативные документы предписывают ограничивать продолжительность рабочего времени. При превышении вибрации более чем 4 раза или на 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

Норму вибрационной нагрузки на оператора по спектральным и скорректированным по частоте значениям контролируемого параметра ($U(t)$) при длительности воздействия вибрации менее 8 ч (480 мин) определяют по формуле

$$U_t = U_{480} \sqrt{\frac{480}{T}}$$

где U_{480} - норма вибрационной нагрузки на оператора для длительности воздействия вибрации 480 мин (Таблица 5).

Таким образом, продолжительность рабочего дня составляет в минутах:

$$T = \frac{U_{480}^2}{U_i^2} 480$$

Таблица 4. Значения весовых коэффициентов по ГОСТ 12.1.012-90 (1996) ССБТ

Среднегеометрическая частота октавной частоты, Гц	Для виброускорения		Для виброскорости	
	Ki	L(Ki)	Ki	L(Ki)
8,0	1,0	0	0,5	-6
16	1,0	0	1,0	0
31,5	0,5	-6	1,0	0
63	0,25	-12	1,0	0
125	0,125	-18	1,0	0
250	0,063	-24	1,0	0
500	0,0315	-30	1,0	0
1000	0,016	-36	1,0	0

Таблица 5. Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			м с ⁻²	дБ	м с ⁻¹	дБ
Локальная	-	Хл, Ул, Зл	2,0	126	2,0	112
Общая	1	Зо	0,56	115	1,1	107
		Уо, Хо	0,4	112	3,2	116
	2	Зо, Уо, Хо	0,28	109	0,56	101
		3 тип "а"	0,1	100	0,2	92
	3 тип "в"	Зо, Уо, Хо	0,014	83	0,028	75

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Корректированное значение виброскорости:

$$V = \sqrt{(0.008 * 0.5)^2 + 0.023^2 + 0.011^2 + 0.009^2} = 0,027 \text{ м/с}$$

Продолжительность рабочего дня должна составлять:

$$T = \frac{0,02^2}{0,027^2} 480 = 257 \text{ мин} = 4,3 \text{ часа}$$

Вывод: продолжительность рабочего дня на рабочем месте должна быть сокращена до 4,3 часов.