

Практическая работа №4

Определение уровня шума в жилой застройке

Шум – это гигиенический фактор, который представляет совокупность слышимых звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека, мешающих его работе и отдыху. По физической сущности звуки представляют собой волнообразно распространяющиеся механические колебательные движения частиц упругой среды (газовой, жидкой или твердой), имеющие, как правило, беспорядочный, случайный характер. Источником звука может быть любое колеблющееся материальное тело, выведенное из устойчивого состояния покоя внешней силой. Диапазон частот, которые различает человеческий слух, находится в пределах от 16 Гц до примерно 20 кГц. Дополнительно принято разделять *диапазон слышимости человека* на следующие области: низкочастотную (20–400 Гц), среднечастотную (400–1000 Гц) и высокочастотную (1000–20 кГц). При одинаковой интенсивности звуковых волн шум в высокочастотной области воспринимается человеком как более неприятный. Акустические колебания менее 16 Гц называют инфразвуковыми, более 20 кГц – ультразвуковыми. Ультразвук и инфразвук — это также совокупность звуков, но не слышимых человеком, однако оказывающих неблагоприятное энергетическое воздействие.

Основными параметрами, характеризующими звук, являются частота, скорость распространения и длина волны. Скорость распространения звуковых колебаний существенно зависит от плотности среды их распространения, составляет для воздуха 331 м/с, для воды — 1481 м/с и достигая для железа значения 5900 м/с.

В обыденной жизни человека присутствие звуков в среде обитания представляет собой нормальное явление. Однако, в случае превышения определенных границ интенсивности, звук превращается в условиях производства или городской среды обитания в резко негативный фактор техносферы и характеризуется человеком уже как раздражающий, вредный или даже опасный шум.

Нормирование шума

Принятые нормативные акты позволяют в целом при их соблюдении обеспечить безопасность трудовой деятельности: Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562—96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий, на территории жилой застройки». ГОСТ 12.0.003—74*ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы». ГОСТ 12.1.003-83*ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», ГОСТ Р 52797.1-2007 «Акустика. Рекомендуемые методы проектирования малозумных рабочих мест производственных помещений».

Шумы, воздействующие на человека классифицируются, по характеру спектра:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы;
- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные тоны. Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в 1/3 октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шума выделяют:

- постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно»;
- непостоянный шум, уровень которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или во время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

Непостоянные шумы подразделяют на:

- колеблющийся во времени шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
- прерывистый шум, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсный шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1с, при этом уровни звука в дБА и дБА, измеренные соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ.

Нужно заметить, что импульсный шум (при эквивалентной мощности) действует более неблагоприятно, чем непрерывный. Особенности его воздействия существенно зависят от превышения уровня импульса над среднеквадратичным уровнем, определяющим шумовой фон на рабочем месте.

По отношению к звуковым воздействиям, генерируемым каким-либо источником, следует отметить важную особенность, заключающуюся в том, что сами звуковые волны и являются формой распространения энергии в окружающем пространстве. Прирост ощущения органов чувств человека, в том числе и слуха, пропорционален логарифму отношения энергий сравниваемых воздействий

$$L=20 \cdot \lg(P/P_0), (7.1)$$

P_0 — пороговое звуковое давление, ощущаемое человеком равно значению $2 \cdot 10^{-5}$ Па на частоте 1000 Гц.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L=20 \cdot \lg(P/P_0), (7.2)$$

где P - среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 - исходное значение звукового давления в воздухе равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумомера, определяемый по формуле:

$$L=20 \cdot \lg(P_A / P_0), (7.3)$$

где P_A - среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звука для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность	80	80	75	75	75

легкой степени					
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА.

Уровень звукового давления оказывает влияние на количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса, согласно рекомендаций Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (смотри табл. 1).

Для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума - 125 дБА.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 7. 2.

Нормируемые параметры и допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и территории жилой застройки

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_A , дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{A_{экв}}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{A_{макс}}$, дБА.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам.

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки следует принимать по таблице 3.

Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляцией помещений (для жилых помещений, палат, классов - при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон).

Таблица 2

Предельно допустимые уровни звукового давления

СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Вид трудовой деятельности,	Уровни звукового давления, дБ,	Эквивалентные
----------------------------	--------------------------------	---------------

рабочее место	в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Творческая деятельность, научная деятельность, конструирование и проектирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность, прием больных в здравпунктах.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории.	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами.	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Таблица 3

Допустимые уровни звукового давления проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука $L_{\text{Дмакс}}$ дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	с 7 - 23ч.	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
1		с 23 - 7 ч.	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
2	Кабинеты врачей поликлиник, больниц		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50

Профилактические мероприятия по защите от шума

Генерация шума в производственных условиях сопутствует вибрации и, как правило, обусловлена многообразными причинами. Это создает трудности в борьбе с этим фактором и обычно требует применения комплекса мероприятий.

Проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера. Основными из них являются:

1. устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике образования в процессе проектирования технологических процессов и конструирования оборудования;
2. изоляция источника шума (вибрации) от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, звуко- и вибропоглощения;
3. Звукопоглощение (штукатурки, плиты, минеральные ваты, древесно-волоконистые плиты, камышитовые маты, войлок);
4. Планировочные мероприятия по взаиморасположению помещений и объектов с учетом их шумности;
5. Индивидуальные средства защиты - антифоны.

Задание

Рассчитать уровень шума на площадке для отдыха в жилой застройке от источника шума-автотранспорта, движущегося по уличной магистрали и при превышении допустимого уровня предложите инженерно-технические решения для снижения уровня шума. Варианты задания представлены в таблице 7.6.

Порядок выполнения задания

1. Уровень звука в расчетной точке (дБА) определяется по формуле:

$$L = L_{\text{и.ш}} - \Delta L_{\text{рас}} - \Delta L_{\text{воз}} - \Delta L_{\text{зел}} - \Delta L_{\text{э}} - \Delta L_{\text{зд}} \quad (4)$$

где $L_{\text{и.ш}}$ - уровень звука от источника шума (автотранспорта), дБА;

$\Delta L_{\text{рас}}$ - снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве, дБА;

$\Delta L_{\text{воз}}$ - снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, дБА;

$\Delta L_{\text{зел}}$ - снижение уровня звука зелеными насаждениями, дБА;

$\Delta L_{\text{э}}$ - снижение уровня звука экраном (зданием), дБА;

$\Delta L_{\text{зд}}$ - снижение уровня звука зданием (преградой), дБА.

В данной формуле влияние травяного покрытия и ветра на снижение звука не учитывается.

2. Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве вычисляется следующим образом:

$$\Delta L_{\text{рас}} = 10 * lq \frac{r_n}{r_0} \quad (5)$$

где r_n - кратчайшее расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

r_0 - кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источником шума, м ($r_0 = 7.5$ м).

3. Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе:

$$\Delta L_{\text{воз}} = \frac{(\alpha_{\text{воз}} \cdot r_n)}{100} \quad (6)$$

где $\alpha_{\text{воз}}$ - коэффициент затухания звука в воздухе ($\alpha_{\text{воз}} = 0,5$ дБА/м).

4. Снижение уровня звука зелеными насаждениями:

$$\Delta L_{\text{зел}} = \alpha_{\text{зел}} \cdot B, \quad (7)$$

где $\alpha_{\text{зел}}$ - постоянная затухания шума ($\alpha_{\text{зел}} = 0,1$ дБА/м);

B - ширина полосы зеленых насаждений ($B = 10\text{м}$).

5. Снижение уровня звука экраном (зданием). $\Delta L_{\text{э}}$ зависит от разности длин путей звукового луча δ (смотри таблицу 5). Снижение шума за экраном происходит в результате образования звуковой тени в расчетной точке и огибания экрана звуковым лучом.

Таблица 5

Зависимость снижения уровня звука от звукового луча

δ	2	5	10	15	20	30	50	60
ΔL	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Расстоянием от источника шума и от расчетной точки до поверхности земли можно пренебречь.

6. Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{\text{зд}} = K \cdot W, \quad (8)$$

где K - коэффициент ($K = 0,8..0,9$ дБА/м);

W - ширина здания (толщина преграды), м.

Допустимый уровень звука на площадке для отдыха не более 45 дБА (смотри таблицу 4).

Таблица 6

Варианты заданий

Вариант	r_n , м	δ , м	W , м	$L_{\text{и.ш.}}$, дБА
1	65	5	10	70
2	70	10	12	75
3	80	15	14	80

4	85	20	16	70
5	90	30	18	75
6	95	50	10	80
7	100	60	12	70
8	105	5	14	75
9	110	2	16	80
10	115	10	18	80

Вопросы для контроля

1. Какие параметры определяют характеристики звука?
2. Какое воздействие шум оказывает на человека?
3. Как классифицируются шумы?
4. Назовите нормируемые параметры постоянного шума.
5. Назовите нормируемые параметры непостоянного шума.
6. Какие профилактические мероприятия по защите от шума вы знаете?

Список литературы

1. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий, на территории жилой застройки. – Введ.31.10.1996//Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы – М.,1996. Электронный ресурс: [[http://www.norm-load.ru/SNiP /](http://www.norm-load.ru/SNiP/)].
2. ГОСТ 12.0.003—74*ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. – Введ.01.01.1976//Система стандартов безопасности труда – М.,1976. Электронный ресурс: [[http://www.norm-load.ru/SNiP /](http://www.norm-load.ru/SNiP/)].
3. ГОСТ 12.1.003-83*ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введ.06.06.1983//Система стандартов безопасности труда – М.,1983. Электронный ресурс: [[http://www.norm-load.ru/SNiP /](http://www.norm-load.ru/SNiP/)].
4. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – Введ.30.06.2003//Система нормативных документов в строительстве. – М.,2004. Электронный ресурс: [[http://www.norm-load.ru/SNiP /](http://www.norm-load.ru/SNiP/)].
5. ГОСТ Р 52797.1-2007. Акустика. Рекомендуемые методы проектирования малозумных рабочих мест производственных помещений. – Введ.25.12.2007//Национальный стандарт Российской Федерации. – М.: Стандартинформ,2008. Электронный ресурс: [[http://www.norm-load.ru/SNiP /](http://www.norm-load.ru/SNiP/)].