

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е.Алексеева»

Кафедра "Производственная безопасность, экология и химия"

## **Акустическое загрязнение**

Методические указания к выполнению практической работы  
по дисциплине «Экология» для студентов всех направлений  
и форм обучения

г. Н. Новгород, 2014

УДК 628.517.2

Составители: А.Б. Елькин, О.В.Маслеева

Акустическое загрязнение: Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Экология» /НГТУ; сост.: А.Б. Елькин, О.В. Маслеева. Н.Новгород, 2014, 11с.

В методических указаниях рассматривается акустическое загрязнение окружающей среды, параметры оценки шума, допустимые уровни звукового давления в окружающей среде и на территории жилой застройки. Дана методика акустического расчета по определению ожидаемых уровней шума в расчетных точках на селитебной территории от различных источников шума.

Редактор Э.Б.Абросимова

Подписано в печать 2014. Формат  
Бумага газетная. Печать офсетная. Усл. Печ.  
Уч.-изд. Тираж 200 экз. Заказ

# 1. Цель работы

Изучить параметры для оценки шума, порядок определения допустимых уровней шума на селитебной территории и методику расчета ожидаемых уровней шума в расчетных точках, расположенных на открытой территории.

## 2. Краткие сведения из теории

Одним из видов негативного воздействия на окружающую среду является акустическое загрязнение, вызываемое широким использованием многочисленных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применением мощного энергетического оборудования. С экологической точки зрения в современных условиях шум становится не просто неприятным для слуха, но и приводит к серьезным физиологическим последствиям для человека, неблагоприятно воздействует на все живые организмы в окружающей природной среде. Шумовое воздействие приводит к сокращению продолжительности жизни человека, снижает работоспособность, вызывает быстрое утомление и заболевания органов слуха.

### 2.1. Источники и характеристики шума

Шум это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Источниками механического шума являются ударные процессы, вибрация машин и оборудования. Аэродинамический шум возникает в результате не стационарных процессов при истечении газа, воздуха, пара. Электромагнитный шум образуется в результате колебаний элементов электромеханических устройств под действием переменного электрического поля. Гидродинамический шум возникает вследствие гидравлических ударов, кавитации и турбулентного течения жидкости.

Органы слуха человека воспринимают звуки, частотой от 20 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц называются инфразвуком, а выше 20000 Гц-ультразвуком. Они не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на живые организмы и человека.

При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное звуковое давление  $P$ . Для оценки и измерения шума применяется относительная величина, которая называется уровнем звукового давления, измеряемого в децибелах:

$$L_p = 20 \lg P/P_0, \quad (1)$$

где  $L_p$  – уровень звукового давления, дБ;

$P$  – среднее звуковое давление в окружающей среде, Па;

$P_0$  – пороговое значение звукового давления (порог слышимости на частоте 1000 Гц,  $P_0=2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Основными источниками шума в населенных пунктах являются:

- стационарные (трансформаторные подстанции, вентиляционные и компрессорные установки, строительные машины и механизмы, промышленные предприятия, спортивные площадки, торговые объекты и др.);
- передвижные (автомобили, трамваи, метро, автобусы, водный и авиационный транспорт).

За последние годы шум во всех крупных городах увеличился на 10 –15 дБ. Уровни звукового давления от автотранспорта достигают 87 дБ, от трамвая -90 дБ, от железнодорожного транспорта- 93 дБ от промышленных предприятий -80-100 дБ.

## 2.2. Гигиеническое нормирование шума

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, действие которого в течение длительного времени не вызывает изменений комплекса физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Нормативные уровни звукового давления и уровни звука для помещений жилых и общественных зданий, территорий микрорайонов, мест отдыха устанавливаются в соответствии с санитарными нормами. По СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» установлены допустимые уровни звукового давления на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам в октавных полосах частот (табл.1). При анализе и оценке шума частотный спектр разбивается на октавные полосы частот, где верхняя граничная частота  $f_в$  равна удвоенной нижней частоте  $f_н$  т.е  $f_в / f_н = 2$ . Октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой, которая определяется по формуле:  $f_{cp} = \sqrt{f_н \cdot f_в}$ .

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный и тональный, по временным характеристикам шум подразделяется на постоянный, когда уровень звука изменяется во времени не более чем на 5 дБ и на непостоянный, когда он изменяется более чем на 5 дБ. Для постоянного широкополосного шума в качестве допустимых уровней звукового давления применяется предельный спектр, т.е. совокупность допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот, а для непостоянного шума в качестве допустимого значения применяется эквивалентный уровень звука.

Таблица 1 - Допустимые уровни звукового давления на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам и в жилых помещениях

№ n/n	Назначение помещений или территорий	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА	
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	Жилые комнаты квартир, домов отдыха, пансионатов											
	с 7 до 23 часов	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40/55 *	
	с 23 до 7 часов	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30/45 *	
2	Территории, прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, домов отдыха, пансионатов, дошкольных учреждений											
	с 7 до 23 часов	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55/70 *	
	с 23 до 7 часов	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45/60 *	

\* под чертой указаны значения максимального уровня звука, дБА.

### 3. Акустический расчёт

При проектировании промышленных предприятий, железнодорожных и автомобильных магистралей, а также других источников внешнего шума необходимым условием является выполнение акустических расчетов.

Целью акустического расчёта является:

- определение ожидаемых уровней звукового давления  $L$  в расчётных точках до осуществления мероприятий по снижению шума с учётом снижения уровня звуковой мощности  $\Delta L_p$  на пути распространения звука;
- определение требуемого снижения уровней звукового давления  $\Delta L_{TP}$  в расчётных точках;
- выбор мероприятий, обеспечивающих требуемое снижение уровней

звукового давления в расчётных точках.

При акустическом расчете октавные уровни звукового давления определяются в зависимости от взаимного расположения расчётных точек и источников шума для каждой из восьми октавных полос со среднегеометрическими значениями 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Расчет проводится согласно СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» с точностью до 0,1 дБ, а окончательный результат округляется до целых значений.

На рис.1 показано расположение источника шума и территории жилой застройки, где уровни звукового давления в октавных полосах частот не должны превышать допустимых значений.

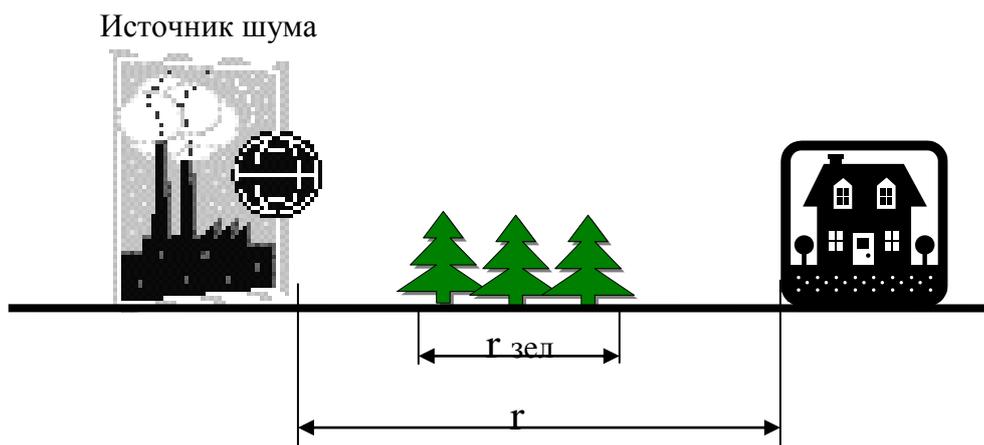


Рисунок 1

Звуковые волны, распространяясь в атмосфере, затухают вследствие поглощения звуковой энергии из-за вязкости воздуха и по мере удаления от источника шума. Если на пути звуковых волн находятся полосы высоких (не менее 5м) лесонасаждений, то звук частично отражается от них, рассеивается на деревьях, поглощается рыхлой почвой и листвой.

Уровень звукового давления (дБ), создаваемого источником шума, на расстоянии  $r$  (м) от него определяется по формуле:

$$L = L_p + 10\lg\Phi - 10\lg(2\pi r^2) - \beta_a r - \beta_{зел}, \quad (2)$$

где  $L$  – уровень звукового давления в расчётной точке, дБ;

$L_p$  – уровень звуковой мощности источника шума, дБ;

$\Phi$  – фактор направленности ( $\Phi=1$  при распространении шума равномерно во все стороны);

$r$  – расстояние от источника шума до расчётной точки, м;

$\beta_a$  – коэффициент поглощения звука в атмосфере, дБ/м (табл.2);

$\beta_{зел}$  – снижение шума полосой лесонасаждений. дБ.



$$\beta_{зел} = \beta_{азел} r_{зел} \frac{\sqrt[3]{f}}{8} = 0.08 \times 10 \frac{\sqrt[3]{f}}{8} = 0.1 \times \sqrt[3]{f}$$

$$\beta_{зел} = 0,1 \sqrt[3]{63} = 0,4$$

$$L_{63} = 71 - 44.9 - 70 \cdot 0 - 0.1 = 25,7$$

Принимаем  $L_{63} = 26$  дБ.

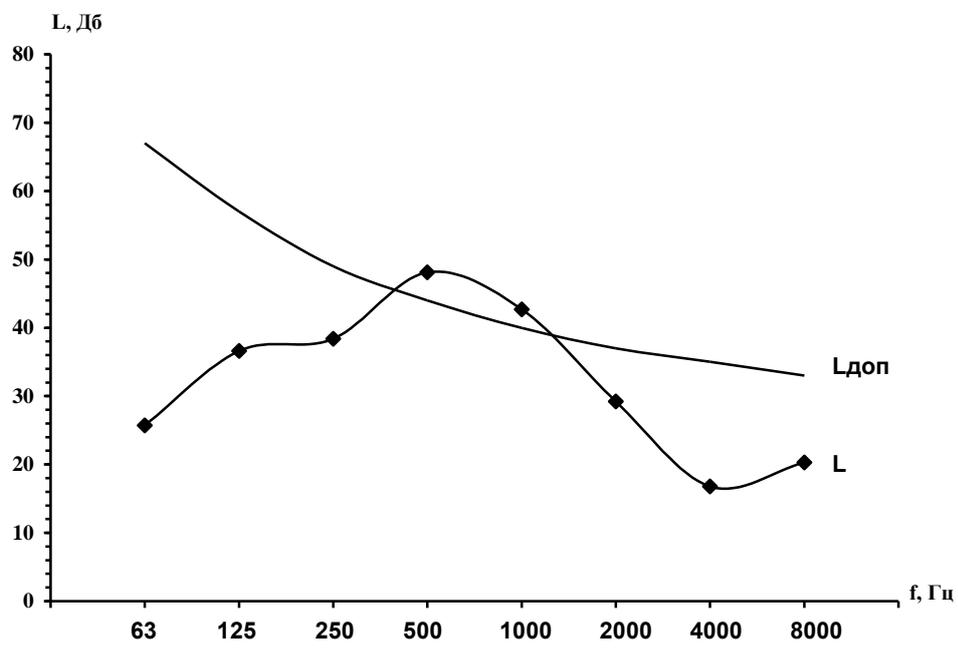


Рисунок 2 Уровни звукового давления в расчетной точке

Выводы и рекомендации: ожидаемые уровни звукового давления в расчетной точке на территории жилой застройки превышают допустимые значения в октавных полосах частот 500 Гц на 4 дБ и для частоты 1000 Гц на 3 дБ. Необходимо увеличить расстояние от источника шума до жилой застройки или предусмотреть мероприятия по снижению звуковой мощности источника шума.

### 5.Задание к работе

Согласно задания преподавателя рассчитать уровни звукового давления в расчётной точке для восьми октавных полос частот. В таблице 4 приведены уровни звуковой мощности источников шума, -  $L_p$ , дБ. В таблице 5 задано  $r$ -расстояние от источника шума до расчётной точки,  $r_{зел}$ - ширина лесополосы,  $t$ - температура воздуха, относительная влажность воздуха – 60%.

Рассчитанные значения сравнить с допустимыми величинами по табл.1. Сделать выводы и рекомендации.

Таблица 4. Уровни звуковой мощности источников шума

Вариант	Уровни звукового давления $L_p$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц.							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	82	87	87	89	94	93	91	85
2	88	96	101	96	97	94	96	96
3	88	92	97	98	97	96	96	92
4	81	82	93	84	83	81	80	77
5	88	87	90	89	89	86	83	74
6	84	82	84	91	94	94	91	91
7	77	82	84	87	88	84	83	77
8	93	88	85	89	84	87	85	84
9	89	86	84	98	87	81	72	62
10	98	96	94	94	94	93	82	76
11	93	92	94	95	91	84	75	66
12	96	87	86	91	92	91	85	81
13	109	111	109	110	110	97	91	85
14	106	104	104	113	99	95	86	79
15	88	91	93	96	90	93	86	77
16	94	95	97	92	96	87	102	103
17	96	94	95	98	93	90	90	86
18	95	97	97	100	105	101	109	110
19	80	86	88	94	100	90	89	89
20	86	85	85	87	91	90	88	87
21	88	84	86	87	91	94	88	86
22	94	85	87	91	95	94	88	84
23	94	89	86	88	92	88	80	74
24	96	87	88	91	95	92	88	77
25	91	85	93	95	89	93	87	83
26	96	86	85	91	92	91	85	81
27	96	88	87	89	91	89	84	77
28	96	87	85	89	91	91	87	84
29	86	93	93	94	91	88	84	85
30	84	88	95	96	97	95	92	90

Таблица 5 Исходные данные

Вариант	$r$ , м	$r_{зель}$ , м	$t$ , °С
1	40	10	0
2	50	15	10
3	60	20	20
4	70	25	30
5	80	10	30
6	90	15	20
7	100	20	10
8	110	25	0
9	120	10	0
10	103	15	10
11	140	20	20
12	150	25	30
13	140	10	30
14	130	15	20
15	120	20	10
16	110	25	0
17	100	10	0
18	90	15	10
19	80	20	20
20	70	25	30
21	60	10	30
22	50	15	20
23	60	20	10
24	70	25	0
25	80	10	0
26	90	15	10
27	100	20	20
28	110	25	30
29	100	10	30
30	90	15	20

## 6. Список литературы

1. Борьба с шумом на производстве: Справочник/Под ред. Е.Я.Юдина-М.; Машиностроение, 1985, 400с.
2. Промышленная экология: учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации/ под общ. ред. В.В.Гутенева.-М.-Волгоград:ПринТерра, 2009.-840 с.
3. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».М.-Госстрой России , 2004.