

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Северо-Кавказский филиал  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра общенаучной подготовки

## Экология

Методические указания  
по лабораторным работам

для студентов заочной формы обучения

Направление подготовки – **11.03.02**

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профили: Многоканальные телекоммуникационные системы,

Сети связи и системы коммутации,

Защищенные системы и сети связи,

Системы радиосвязи и радиодоступа

Ростов-на-Дону  
2019

Методические указания по лабораторным работам  
по дисциплине  
Экология

Составители: Коршун А.М., к.г.н.

Рассмотрены и одобрены  
на заседании кафедры Общенаучной подготовки  
Протокол от 26.08. 2019 г. № 1

## Расчёт характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

### 1. Цели занятия:

Студенты в результате проведения занятия должны:

- рассчитать характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью);
- построить график функции наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса;
- сформулировать выводы.

### 2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

### 3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Определение характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу*»:

- Общая характеристика источников загрязнения атмосферы.
- Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- Рассеивание газовых примесей в атмосфере.
- Влияние различных факторов на приземное распределение загрязняющих веществ.
- Последствия антропогенного и техногенного воздействия на атмосферу.

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

### 4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- Общая характеристика источников загрязнения атмосферы.
- Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- Рассеивание газовых примесей в атмосфере.
- Влияние различных факторов на приземное распределение загрязняющих веществ.
- Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- Последствия антропогенного и техногенного воздействия на атмосферу.

4.2 Решение своего варианта задачи (вариант выдаётся преподавателем).

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- a) максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и сравнить ее с  $C_{пдк}$  .;
- b) расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью. Исходные данные взять из табл. 1.3 и 1.4.;
- c) график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника;
- d) выводы.

## 5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 7.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

## 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты работы по всей теме п.3.1.

## 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.2 Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 495 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014.–200 с.

### *РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ*

Промышленное предприятие находится в одном из регионов России, который имеет следующие характеристики:

- $A$  – коэффициент, зависящий от гидрометеорологических условий (географического положения объекта) (табл. 1.1),

- $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности; в случае ровной или слабо пересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $\eta = 1$ .

Промышленное предприятие, производящее выбросы в атмосферу, имеет следующие характеристики:

- $M \left( \frac{г}{с} \right)$  – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;
- $H (м)$  – высота источника выброса над уровнем земли,
- $\Delta T$  – разность температур между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_2$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_0(^{\circ}C)^1$ .
- $D(м)$  – диаметр устья выброса,
- $V_1 \frac{м^3}{с}$  – расход газо-воздушной смеси,
- $F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (табл. 1.2),

Способ расчета основан на законах турбулентной диффузии, учитывающих состояние атмосферы, расположение предприятия, характер местности, физические свойства выбросов, параметры источника выбросов и т.д. Согласно указаниям ОНД-86 для случая загрязнения атмосферы выбросами одиночного точечного источника расчет выполняется с использованием следующих зависимостей.

Таблица 1.1

*Значение коэффициента  $A$ , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна*

<i>n/n №</i>	<i>Районы и территории РФ</i>	<i>A</i>
1	Районы Средней Азии южнее 40° с.ш. Бурятия и Читинская область	250
2	На европейской территории РФ: районы южнее 50° с.ш.; остальные районы Нижнего Поволжья. На азиатской территории РФ: Дальний Восток, остальная территория Сибири	200
3	Европейская территория РФ и Урала от 50° до 52° с.ш.	180
4	Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш.	160

<sup>1</sup> При определении значения  $\Delta T(^{\circ}C)$  следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха  $T_0(^{\circ}C)$ , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси  $T_2(^{\circ}C)$  – по действующим для данного производства технологическим нормативам (ОНД-86 *Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий*);

5	Московская, Ивановская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская области	140
---	--	-----

Таблица 1.2

<i>Значение безразмерного коэффициента <math>F</math></i>	<i><math>F</math></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы, т.п. скорость упорядоченного оседания практически равна нулю)</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных выше) выбирают из условий:</li> </ul>	
<i>Степень очистки газа</i>	
выше 90%	2
от 75 до 90%	2,5
менее 75% и при отсутствии очистки	3

В первой части необходимо:

1. Определить максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и сравнить ее с  $C_{пдк}$ .
2. Определить расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью. Исходные данные взять из табл. 1.3 и 1.4.
3. Сформулировать выводы.

Во второй части необходимо:

1. Построить график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника.

### *Методические указания к выполнению расчётной части лабораторной работы*

#### *Предварительная оценка характеристик выбросов газовой смеси в атмосферу*

Условия метеорологического рассеивания газовой смеси, выбрасываемой предприятием, в атмосфере в значительной степени зависят от того, являются выбросы «холодными» или «нагретыми». Критерием нагретости является вспомогательный фактор  $f$

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T},$$

(1)

где  $\omega_0$  ( $\text{м/с}$ )- средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса

$$\omega_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2}$$

(2)

При  $f \leq 100$  выбросы считаются «нагретыми». При  $f > 100$  выбросы считаются «холодными».

## Часть 1

### А. «Нагретые» выбросы $f \leq 100$ .

#### 1. Расчет максимальной приземной концентрации - $c_m$

Максимальное значение приземной (в двухметровом слое над поверхностью земли) концентрации вредного вещества  $c_m$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) при выбросе газовой смеси из одиночного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x_i$  (м) от источника и определяется по формуле

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

(3)

$m$  и  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса

$m$  – коэффициент, определяемый при  $f < 100$  по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (4)$$

Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяют в зависимости от величины вспомогательного параметра  $v_m$  - опасной скорости ветра на уровне флюгера, при которой возможен отрыв факела выброса от трубы:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (5)$$

$$n = 1 \quad \text{при} \quad v_m \geq 2,$$

$$n = 3 - \sqrt{(v_m - 0,3) \cdot (4,36 - v_m)} \quad \text{при} \quad 2 \geq v_m \geq 0,5, \quad (6)$$

$$n = 4,4 \cdot v_m \quad \text{при} \quad v_m < 0,5.$$

Величины  $A, F, M, \Delta T, H, V_1$  заданы в соответствии с вариантом, а  $\eta = 1$ .

2. Расстояние  $x_i$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c - \left(\frac{mg}{m^3}\right)$  при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $c_m$ , вычисляется по формуле

$$x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H \quad \text{при } F < 2 \quad (7)$$

где  $\alpha$  безразмерный коэффициент при  $f < 100$  находится по формулам:

$$\begin{aligned} \text{если} \quad v_m \leq 0,5 \quad \text{то} \quad \alpha &= 2,48 \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \\ 0,5 < v_m \leq 2 \quad \text{то} \quad \alpha &= 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \\ v_m > 2 \quad \text{то} \quad \alpha &= 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}). \end{aligned} \quad (8)$$

Далее определяют численное значение  $x_m$  по формуле (7).

#### В. «Холодные» выбросы $f > 100$ .

1. Определяют максимальную концентрацию вредного компонента в приземном слое  $c_m$

При  $f \geq 100$  (или  $\Delta T \approx 0$ ) при расчёте  $c_m$  используется формула

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \quad (9)$$

где

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{\omega_0 \cdot V_1}} \quad (10)$$

Коэффициент  $n$  определяют в зависимости от вспомогательного параметра  $v'_m$ :

$$v'_m = 1,3 \cdot \omega_0 \cdot \frac{D}{H} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} n &= 1 & \text{при } v_m &\geq 2, \\ n &= 3 - \sqrt{(v_m - 0,3) \cdot (4,36 - v_m)} & \text{при } 2 \geq v_m &\geq 0,5, \\ n &= 4,4 \cdot v_m & \text{при } v_m &< 0,5. \end{aligned} \quad (12)$$

Величины  $A, M, F$ , берутся в соответствии с данными варианта.

Далее по формул (9) определяют численное значение  $c_m$ .



2. При расчетах рассеяния газообразных компонентов расстояние  $x_m$  определяется по формуле  $x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H$  при  $F < 2$ .

При  $f \geq 100$  или  $\Delta T \approx 0$  значения  $\alpha$  находится по формулам:

если

$$\begin{aligned} v'_m \leq 0,5 & \quad \text{то} \quad \alpha = 5,7, \\ 0,5 < v'_m \leq 2 & \quad \text{то} \quad \alpha = 11,4 \cdot v'_m, \\ v'_m > 2 & \quad \text{то} \quad \alpha = 16 \cdot \sqrt{v'_m}. \end{aligned} \quad (13)$$

И определяем численное значение  $x_i$ .

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При расчете рассеяния мелкодисперсных частиц пыли и золы, когда параметр  $F \geq 2$ , как в случае «нагретых», так и в случае «холодных» выбросов, расстояние  $x_i$  вычисляется по формуле

$$x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H; \quad F \geq 2, \quad (14)$$

где  $\alpha$  вычисляется по формуле (8) в случае «нагретых» выбросов и по формуле (13) в случае «холодных» выбросов.

## Часть 2

### 1. Расчёт приземной концентрации вредного вещества в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса

Зная величины  $c_m$  и  $x_i$ , можно рассчитать примерную концентрацию вредных веществ -  $c_x$  в атмосферном воздухе по оси факела источника выбросов на различных расстояниях  $x_i$  от этого источника.

Расчет справедлив как для «нагретых», так и для «холодных» выбросов.

Предварительно рассчитывается безразмерный коэффициент  $S_i$ , определяемый в зависимости от отношения  $\left( \frac{x}{x_m} = 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,6; 3,2 \right)$  и коэффициента  $F$  по формулам

$$S_n = 3 \cdot \left( \frac{x}{x_m} \right)^4 - 8 \cdot \left( \frac{x}{x_m} \right)^3 + 6 \cdot \left( \frac{x}{x_m} \right)^2 \quad \text{при} \quad \frac{x}{x_m} \leq 1; \quad (15)$$

$$S_n = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left( \frac{x}{x_m} \right)^2 + 1} \quad \text{при} \quad 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8; \quad (16)$$

$$S_n = \frac{\frac{x}{x_m}}{3,58 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right) + 120} \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } \frac{x}{x_m} > 8; \quad (17)$$

$$s_n = \frac{1}{0,1 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 2,47 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } \frac{x}{x_m} > 8. \quad (18)$$

Затем из соотношения  $C_x = S_n \cdot C_m$  определяем  $c_x$ .

Формула  $x_i = \frac{x}{x_m} \cdot x_m$  позволяет определить соответствующее расстояние  $x_i$  от источника выброса, на котором наблюдается данная приземная концентрация загрязняющего вещества.

По полученным точкам строим график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса.

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные.

*a. По первой части:*

- максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое -  $C_m$ ;
- расстояние, на котором наиболее вероятна концентрация  $C_m$  -  $x_i$ .

*b. По второй части:*

- график функции график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса.

*c. Сформулируйте выводы.*

Таблица 1.3

Исходные данные	варианты									
	1	2	3	3	5	6	7	8	9	0
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	29	20	28	25	30	29	22	25	28	35
$T_в (^{\circ}C)$	25	23	26	22	25	22	20	22	24	25
$T_г (^{\circ}C)$	75	70	85	90	95	60	70	80	90	105
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	65	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 1.3

Исходные данные	варианты									
	11	12	13	14	14	16	17	18	19	20
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	27	24	26	25	30	29	22	25	28	35
$T_6 (^{\circ}C)$	15	23	26	23	25	22	20	22	24	25
$T_z (^{\circ}C)$	70	75	80	85	90	65	65	75	65	95
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	55	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 1.3

Исходные данные	варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	28	22	28	24	26	23	24	21	20	29
$T_6 (^{\circ}C)$	24	24	25	24	24	23	21	22	25	24
$T_z (^{\circ}C)$	72	75	79	84	90	68	75	75	75	95
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	55	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 1.4

Исходные данные	Предпоследняя цифра варианта				
	1, 5	2, 6	3, 7	4, 8	0, 9
Регион	Урал	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Дальний Восток
A	160	120	160	200	200
Компонент	Фенол	Диоксид азота	Диоксид серы	Зола углей	Оксид углерода
$C_{пдк}, \frac{мг}{м^3}$	0,003	0,04	0,05	0,03	3
$C_{ф}, \frac{мг}{м^3}$	0,0003	0,004	0,002	0,003	0,03
F	1	1	1	3	1

Лабораторная работа №2  
**Расчёт интенсивности шума в производственном помещении**

**1. Цели занятия:**

Студенты в результате проведения лабораторной работы должны:

- рассчитать суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте;
- рассчитать интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом;
- сформулировать выводы.

**2. Перечень используемого оборудования**

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

**3. Подготовка к занятию**

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме *«Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы»*:

- а) Что такое шум?
- б) Физические параметры, характеризующие шум.
- в) Объясните механизм действия шума на организм человека, назовите допустимые уровни шума по нормам.
- г) Что такое интенсивность шума, уровень интенсивности, единицы измерения?
- д) Что такое порог слышимости, болевой порог?
- е) Какие инженерные решения применяются по снижению уровня шума?

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

**4. План проведения занятия**

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих вопросов:

- а) Что такое шум?
- б) Физические параметры, характеризующие шум.
- в) Объясните механизм действия шума на организм человека, назовите допустимые уровни шума по нормам.
- г) Что такое интенсивность шума, уровень интенсивности, единицы измерения?
- д) Что такое порог слышимости, болевой порог?
- е) Какие инженерные решения применяются по снижению уровня шума?

4.2 Подготовка и представление презентации (10-15 слайдов) по одному из вопросов по заданию преподавателя.

4.3 В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте  $L_{\Sigma}$ ;
- интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом  $L'_{\Sigma}$  Исходные данные взять из табл. 2.1. – 2.4.;
- выводы.

## 5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

## 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты практической работы по всей теме п.3.1.

## 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Экология: учебник для студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования. – Ростов-н/Д: Феникс, 2015.– 601 с.
- 7.2 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014.–200 с.

### *РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ*

В машинном зале одновременно работают три вентиляционные установки. Уровень звукового давления каждой из них:  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  дБ, соответственно.

Как изменится результирующее воздействие их на приемник, если установки расположить на различных расстояниях от него –  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  м и если между приемником и установками имеются стены-преграды –  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ , соответственно?

По исходным данным, отраженным в табл. 2.1, 2.2, 2.3, и 2.4, необходимо определить:

- а) суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте;
- б) интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом

Сделать выводы по результатам полученных расчетов.

*Методические указания к выполнению работы*

Расчет изменения уровня интенсивности шума производится по формуле:

$$L_R = L_1 - 20 \lg R - 8, \quad \text{дБ}, \quad (1)$$

где  $L_R$  и  $L$  – уровни интенсивности шума источника на расстоянии  $R$  метров и одного метра, соответственно ( $L = L_1; L_2; L_3$ ).

Если между источником шума и рабочим местом есть стена-преграда, то уровень интенсивности шума снижается на

$$N = 14,5 \lg G + 15, \quad \text{дБ}, \quad (2)$$

где  $G$  – масса  $1 \text{ м}^2$  стены-преграды, кг.

Уровень интенсивности шума на рабочем месте с учетом влияния стены-преграды определяется как

$$L' = L_R - N, \quad \text{дБ}, \quad (3)$$

Суммарная интенсивность шума двух источников с уровнем  $L_A$  и  $L_B$  определяется как

$$L_\Sigma = L_A + \Delta L, \quad \text{дБ}, \quad (4)$$

где

$L_A$  – наибольший из двух суммируемых уровней, дБ;

$\Delta L$  – поправка, зависящая от разности уровней, дБ, определяется по табл. 2.1.

При определении суммарной мощности нескольких источников суммирование следует проводить последовательно, начиная с наиболее интенсивных.

Следует учесть, что  $L_\Sigma$  определяется для трех источников шума, и каждый источник рассматривается с соответствующей стеной-преградой. Параметры (тип материала, толщину и массу  $1 \text{ м}^2$ ) стены-преграды взять из табл. 4.4.

При определении интенсивности шума после покрытия стен и потолков шумопоглощающим материалом допускается пренебречь действием прямых звуковых лучей, при этом следует считать, что стены-преграды находятся внутри помещения и на звукопоглощение влияния не оказывают.

Суммарное звукопоглощение стен и потолка определяется как

$$M = S_{nm} \times \alpha + S_c \times \beta + S_{nt} \times \gamma, \quad \text{ед. погл.} \quad (5)$$

где

$S_{nm}$  и  $S_c$  – соответственно площади потолка и стен помещения,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha, \beta, \gamma$  – соответственно коэффициенты поглощения материалов, которыми покрыты потолок, стены и пол. Здесь необходимо учитывать равенство площадей потолка и пола. При этом снижение интенсивности шума составит:

$$K = 10 \lg(M_2/M_1), \text{ дБ}, \quad (6)$$

где  $M_1$ ,  $M_2$  – соответственно звукопоглощение помещения без покрытия стен и потолка специальными звукопоглощающими материалами ( $M_1$ ) и после покрытия такими материалами ( $M_2$ ), ед. погл.

Значение  $M_1$  вычисляется с использованием коэффициентов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ , а  $M_2$  – с использованием  $\alpha_2$  и  $\beta_2$ . При этом пол паркетный, в расчетах принять  $\gamma = 0,061$ .

Уровень интенсивности шума на рабочем месте с учетом покрытия стен и потолка звукопоглощающими материалами составит:

$$L'_\Sigma = L_\Sigma - K, \quad \text{дБ}. \quad (7)$$

Таблица 2.1

Разность уровней источн. $L_A - L_B$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Поправка $\Delta L$ , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Таблица 2.2

Исходные данные	Последняя цифра номера студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Источник шума 1 $R_1$ , м $L_1$ , дБ № стены-преграды	2,0 85 1	2,5 95 2	3,5 95 3	3,50 105 4	4,5 105 5	4,0 110 6	5,5 105 7	5,0 95 8	6,5 90 9	6,0 100 10
Источник шума 2 $R_2$ , м $L_2$ , дБ № стены-преграды	7 105 11	7,5 95 12	8 100 13	8,5 85 14	9 80 15	9,5 85 15	8,5 90 14	8,0 85 13	7,5 100 12	7,0 110 11
Источник шума 3 $R_3$ , м $L_3$ , дБ № стены-преграды	7 90 10	6,5 85 9	6 95 8	5,5 105 7	5 100 6	4,5 105 5	4,5 100 4	3,0 105 3	2,5 95 2	2,0 90 1

Таблица 2.3

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера студенческого билета									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$S_{nm}, м^2$	120	160	220	250	260	300	230	250	230	350
$S_c, м^2$	180	180	200	280	270	360	380	300	320	440
$\alpha_1 \times 10^{-3}$	20	25	30	35	40	45	40	35	30	25
$\alpha_2 \times 10^{-2}$	95	90	85	80	75	70	75	80	85	90
$\beta_1 \times 10^{-3}$	34	33	32	31	30	31	32	33	34	35
$\beta_2 \times 10^{-2}$	75	80	85	90	95	90	85	80	75	70

Таблица 2.4

Материалы и конструкции	Толщина конструкции, м	Масса 1 м <sup>2</sup> преграды, кг
1. Стена кирпичная	0,12	250
2. Стена кирпичная	0,25	470
3. Стена кирпичная	0,38	690
4. Стена кирпичная	0,52	934
5. Картон в несколько слоев	0,02	12
6. – “ –	0,04	24
7. Войлок	0,025	8
8. – “ –	0,05	16
9. Железобетон	0,1	240
10. – “ –	0,2	480
11. Стена из шлакобетона	0,14	150
12. – “ –	0,28	300
13. Перегородка толщиной 0,02 м, выполненная из досок и отштукатуренная с двух сторон	0,06	70
14. Перегородка из стоек толщиной 0,1 м, отштукатуренная с двух сторон	0,18	95
15. Гипсовая перегородка	0,11	117