

Gaussian Dispersion Model.

Модель рассеивания Гаусса.

Полное уравнение:

$$C(x, y, z) = \frac{QKV}{2\pi \cdot u_s \sigma_y \sigma_z} \times \exp\left(-0.5 \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)$$

где:

$C(x, y, z)$ – концентрация выбрасываемого вещества в точке с координатами x, y, z , мкг/м^3 ;

Q – выброс вещества, г/с ;

K – коэффициент пересчета = $1 \cdot 10^6$;

V – вертикальные условия рассеивания;

σ_y, σ_z – стандартные отклонения рассеивания по горизонтали и вертикали, м ;

u_s – скорость ветра на эффективной высоте источника выбросов, м/с ;

1. Расчет скорости ветра на эффективной высоте источника выбросов

$$u_s = u_{ref} \left(\frac{h_s}{z_{ref}} \right)^p$$

где:

h_s – высота источника выбросов, м ;

u_{ref} – приземная скорость ветра, м/с ;

z_{ref} – высота замера приземной скорости ветра (обычно 10 м), м ;

p – поправочный коэффициент (выбирается из таблицы)

Стабильность атмосферы	p для сельской местности	p для городской местности
A	0.07	0.15
B	0.07	0.15
C	0.10	0.20
D	0.15	0.25
E	0.35	0.30
F	0.55	0.30

2. Расчет эффективной высоты источника выбросов

Расчет параметра Бриггса

$$F_b = g v_s d_s^2 \left(\frac{T_s - T_a}{4T_s} \right)$$

где:

g – ускорение свободного падения, $= 9.8 \text{ м/с}^2$;

v_s – скорость выхода газов из источника выбросов, м/с ;

d_s – диаметр устья источника выбросов, м ;

T_s – температура газов выбрасываемых в атмосферу, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Расчет модифицированной высоты источника выбросов:

при $v_s < 1.5u_s$

$$h'_s = h_s + 2d_s \left(\frac{v_s}{u_s} - 1.5 \right)$$

иначе

$$h'_s = h_s$$

Расчет расстояния достижения максимальной концентрации

если $F_b < 55$

$$x_f = 49F_b^{5/8}$$

иначе

$$x_f = 119F_b^{2/5}$$

Расчет эффективной высоты источника

Для классов стабильности атмосферы А, В, С, D

при $x < x_f$

эффективная высота источника выбросов составит:

$$h_e = h'_s + 1.6 \frac{F_b^{1/3} x_f^{1/3}}{u_s}$$

иначе

$$h_e = h'_s + 1.6 \frac{F_b^{1/3} x^{1/3}}{u_s}$$

Для классов стабильности атмосферы Е, F

рассчитываем коэффициент стабильности

$$s = g \frac{\partial \theta / \partial z}{T_a}$$

где $\partial \theta / \partial z$ для класса стабильности Е равен 0.02 К/м, для F – 0.035 К/м.

если $1.84u_s s^{-1/2} \geq x_f$ расчет эффективной высоты источника ведется, как описано выше для классов А – D, в противном случае, если $1.84u_s s^{-1/2} \geq x$, эффективная высота источника выбросов составит:

$$h_e = h'_s + 2.4 \left(\frac{F_b}{u_s s} \right)^{1/3}$$

иначе

$$h_e = h'_s + 1.6 \frac{F_b^{1/3} x^{1/3}}{u_s}.$$

3. Расчет σ_y и σ_x

$$\sigma_y = 456.11628 \cdot x \cdot \tan\{0.017453293[c - d \cdot \ln(x)]\}$$

$$\sigma_z = ax^b$$

где

a, b, c, d – коэффициенты выбираемые из таблиц

Классы стабильности	c	d
A	24.1670	2.5334
B	18.3330	1.8096
C	12.5000	1.0857
D	8.3330	0.72382
E	6.2500	0.54287
F	4.1667	0.36191

Классы стабильности	x (км)	a	b
A*	< 0.10	122.800	0.94470
	0.10 - 0.15	158.080	1.05420
	0.16 - 0.20	170.220	1.09320
	0.21 - 0.25	179.520	1.12620
	0.26 - 0.30	217.410	1.26440
	0.31 - 0.40	258.890	1.40940
	0.41 - 0.50	346.750	1.72830
	0.51 - 3.11	453.850	2.11660
	> 3.11	**	**
B*	< 0.20	90.673	0.93198
	0.21 - 0.40	98.483	0.98332
	> 0.40	109.300	1.09710
C*	Все	61.141	0.91465
D	< 0.30	34.459	0.86974
	0.31 - 1.00	32.093	0.81066
	1.01 - 3.00	32.093	0.64403
	3.01 - 10.00	33.504	0.60486
	10.01 - 30.00	36.650	0.56589
	>30.00	44.053	0.51179
E	< 0.10	24.260	0.83660
	0.10 - 0.30	23.331	0.81956
	0.31 - 1.00	21.628	0.75660
	1.01 - 2.00	21.628	0.63077

	2.01 - 4.00	22.534	0.57154
	4.01 - 10.00	24.703	0.50527
	10.01 - 20.00	26.970	0.46713
	20.01 - 40.00	35.420	0.37615
	> 40.00	47.618	0.29592
F	< 0.20	15.209	0.81558
	0.21 - 0.70	14.457	0.78407
	0.71 - 1.00	13.953	0.68465
	1.01 - 2.00	13.953	0.63227
	2.01 - 3.00	14.823	0.54503
	3.01 - 7.00	16.187	0.46490
	7.01 - 15.00	17.836	0.41507
	15.01 - 30.00	22.651	0.32681
	30.01 - 60.00	27.074	0.27436
	> 60.00	34.219	0.21716

* - если полученное значение σ_z превышает 5000 м, то оно приравнивается к 5000 м.

** - значение σ_z равно 5000 м.

4. Расчет вертикальных условий рассеивания

$$V = \exp\left(-0.5 \frac{(z - h_e)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-0.5 \frac{(z + h_e)^2}{\sigma_z^2}\right) + \sum_{m=1}^{\infty} \left[\exp\left(-0.5 \frac{H_1^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-0.5 \frac{H_2^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-0.5 \frac{H_3^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-0.5 \frac{H_4^2}{\sigma_z^2}\right) \right]$$

где:

h_e – эффективная высота источника выбросов (высота средней линии факела над уровнем земли), м.

$H_1 = z - (2mL - h_e)$;

$H_2 = z + (2mL - h_e)$;

$H_3 = z - (2mL + h_e)$;

$H_4 = z + (2mL + h_e)$;

m – счетчик интерполяции (для расчетов достаточно 3-х интерполяций);

L – высота смешивания, м.

Согласно модели ISCLT2 высоту смешивания можно рассчитать по формуле:

$$L = 320 \cdot u_{10}$$

где:

u_{10} – приземная скорость ветра (обычно на высоте 10 м).

Интерполяционные слагаемые рассчитываются только для классов стабильности А, В, С и D.

5. Классы стабильности атмосферы по Pasquill.

Скорость ветра	Дневное время. Уровень солнечного освещения			Ночное время. Облачность	
	Сильный	Средний	Слабый	> 50%	< 50%
м/с					
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Источники информации:

ISCST3 – Tech guide.

<http://www.weblakes.com/ISCVOL2/Contents.htm>

The University of Toledo:

Air pollution workbook.

http://www.utoledo.edu/~aprg/courses/iap/TEXT/workbook/F_ADM.HTML

Basic Meteorological Process.

<http://www.eng.utoledo.edu/~akumar/IAP1/mainpage.htm>

Air modeling. Appendix g – Acronyms and abbreviations.

http://www.globalsecurity.org/wmd/library/report/enviro/eis-0189/app_g.htm

Determine the stability class, temperature gradient, ray curvature and refraction constant.

<http://www.iol.ie/~geniet/eng/stabilityclasses.htm>

EPA-454/B-95-003a. User's guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models.

Volume I - User instructions.

<http://www.ess.co.at/AIRWARE/ISC3/isc3vol1.html>

Volume II - Description of model algorithms.

<http://www.ess.co.at/AIRWARE/ISC3/isc3vol2.html>

Air Resources Laboratory. Pasquill Stability Classes.

<http://www.arl.noaa.gov/ready/pgclass.html>

Fundamentals Of Stack Gas Dispersion

<http://www.air-dispersion.com>

<http://www.air-dispersion.com/briggs.html>