

## Расчет концентрации в одномерном потоке. ОТЧЕТ

Постоянный источник загрязнения в ограниченном пласте

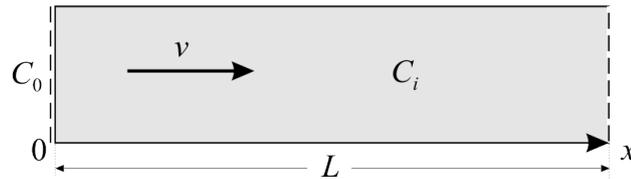


Рис. 1. Миграция в одномерном фильтрационном потоке

Граничное условие	I род
Режим	Нестационарный
Дисперсия	Да
Распад	Нет
Сорбция (равновесная, линейная)	Да
Начальная концентрация	Да

Концентрация в точке  $x$  на момент времени  $t$ :

$$C(x, t) = C_i + (C_0 - C_i)A(x, t),$$

$$A(x, t) = \frac{1}{2} \left[ \operatorname{erfc} \left( \frac{Rx - ut}{\sqrt{4D_x Rt}} \right) + \exp \left( \frac{ux}{D_x} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{Rx + ut}{\sqrt{4D_x Rt}} \right) + \left[ 2 + \frac{u(2L - x)}{D_x} + \frac{u^2 t}{D_x R} \right] \exp \left( \frac{uL}{D_x} \right) \operatorname{erfc} \left[ \frac{R(2L - x) + ut}{\sqrt{4D_x Rt}} \right] - \sqrt{\frac{4u^2 t}{\pi D_x R}} \exp \left[ \frac{uL}{D_x} - \frac{R}{4D_x t} \left( 2L - x + \frac{ut}{R} \right)^2 \right] \right],$$

$$u = \frac{v}{n}, \quad R = 1 + \frac{\rho_b \cdot K_d}{n}, \quad D = \frac{\delta_L v + D_{eff}}{n} = \delta_L u + D_p, \quad D_{eff} = nD_p,$$

где

$C_i$  – начальная концентрация, мг/л;

$C_0$  – граничная концентрация, мг/л;

$C(x, t)$  – расчетная концентрация, мг/л;

$D$  – поровая дисперсия, м<sup>2</sup>/сут;

$D_{eff}$  – эффективный коэффициент молекулярной диффузии, м<sup>2</sup>/сут;

$D_p$  – поровый коэффициент молекулярной диффузии, м<sup>2</sup>/сут;

$K_d$  – коэффициент сорбционного распределения, г/см<sup>3</sup>;

$L$  – расстояние от источника загрязнения до границы, м;

$n$  – активная пористость, –;

$R$  – фактор задержки, –;

$t$  – время от начала загрязнения, сут;

$u$  – действительная скорость фильтрации, м/сут;

$v$  – скорость фильтрации Дарси, м/сут;

$x$  – расстояние от источника загрязнения, м;

$\rho_b$  – плотность породы в сухом состоянии, см<sup>3</sup>/г;

$\delta_L$  – продольная дисперсивность, м.

Таблица 1

Параметры для расчета концентрации

Параметр	Значение
Активная пористость, $n$ , –	0.1
Скорость фильтрации Дарси, $v$ , м/сут	0.0000002
Действительная скорость фильтрации, $u$ , м/сут	0.000002
Расстояние от источника загрязнения до границы, $L$ , м	5
Продольная дисперсивность, $\delta_L$ , м	0.01
Эффективный коэффициент молекулярной диффузия, $D_{eff}$ , м <sup>2</sup> /сут	0.000003
Поровая дисперсия, $D$ , м <sup>2</sup> /сут	3.002E-05
Поровый коэффициент молекулярной диффузии, $D_p$ , м <sup>2</sup> /сут	0.00003
Коэффициент сорбционного распределения, $K_d$ , г/см <sup>3</sup>	0.3
Плотность породы в сухом состоянии, $\rho_b$ , см <sup>3</sup> /г	1.7
Фактор задержки, $R$ , –	6.1
Начальная концентрация, $C_i$ , мг/л	0
Граничная концентрация, $C_0$ , мг/л	1
Время от начала загрязнения, $t$ , сут	365000
Расстояние от источника загрязнения по оси $X$ , $x$ , м	5
Расчетная концентрация в точке $x$ на момент времени $t$ , $C(x, t)$ , мг/л	<b>1.929336E-02</b>

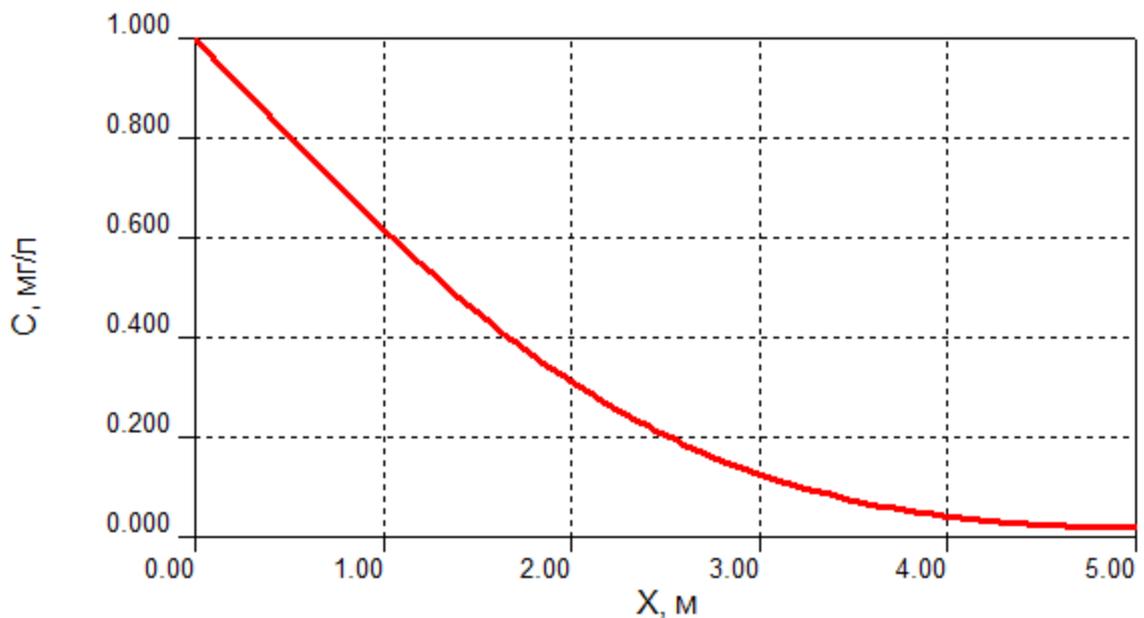


Рис. 2. Изменение концентрации по оси  $X$  на время 365000 сут

Таблица 2

**Расчетные значения концентрации,  
мг/л**

С, мг/л	х, м
0	1
0.05	0.9805459
0.1	0.9610415
0.15	0.9415013
0.2	0.9219399
0.25	0.9023719
0.3	0.8828118
0.35	0.8632741
0.4	0.8437731
0.45	0.8243231
0.5	0.8049382
0.55	0.7856324
0.6	0.7664195
0.65	0.747313
0.7	0.728326
0.75	0.7094716
0.8	0.6907626
0.85	0.6722113
0.9	0.6538295
0.95	0.6356291
1	0.6176211
1.05	0.5998166
1.1	0.5822257
1.15	0.5648584
1.2	0.5477244
1.25	0.5308325
1.3	0.5141913
1.35	0.4978088
1.4	0.4816925
1.45	0.4658495
1.5	0.4502864
1.55	0.4350089
1.6	0.4200226
1.65	0.4053326
1.7	0.3909431
1.75	0.3768581
1.8	0.3630809
1.85	0.3496145
1.9	0.3364612
1.95	0.3236229
2	0.3111009
2.05	0.2988963
2.1	0.2870093
2.15	0.2754401
2.2	0.2641881
2.25	0.2532526
2.3	0.2426321
2.35	0.2323249
2.4	0.2223292

2.45	0.2126422
2.5	0.2032614
2.55	0.1941836
2.6	0.1854054
2.65	0.176923
2.7	0.1687326
2.75	0.1608297
2.8	0.15321
2.85	0.1458689
2.9	0.1388013
2.95	0.1320023
3	0.1254667
3.05	0.1191891
3.1	0.113164
3.15	0.107386
3.2	0.1018493
3.25	9.654815E-02
3.3	9.147698E-02
3.35	8.662991E-02
3.4	8.200119E-02
3.45	7.758502E-02
3.5	7.337564E-02
3.55	6.936737E-02
3.6	6.555451E-02
3.65	6.193149E-02
3.7	5.849278E-02
3.75	5.523296E-02
3.8	5.214675E-02
3.85	4.922893E-02
3.9	4.647445E-02
3.95	4.387842E-02
4	4.143607E-02
4.05	3.914282E-02
4.1	3.699426E-02
4.15	3.498615E-02
4.2	3.311446E-02
4.25	3.137535E-02
4.3	2.976522E-02
4.35	2.828065E-02
4.4	2.691847E-02
4.45	2.567573E-02
4.5	0.0245497
4.55	2.353794E-02
4.6	2.263821E-02
4.65	2.184856E-02
4.7	2.116728E-02
4.75	2.059293E-02
4.8	2.012432E-02
4.85	1.976056E-02
4.9	0.019501
4.95	1.934529E-02
5	1.929336E-02

## Литература

*Van Genuchten M.Th., Alves W.J.* Analytical solutions of the one-dimensional convective-dispersive solute transport equations. U.S. department of agriculture, Technical bulletin No. 1661. 1982.