

Индивидуальное задание

На предприятии, расположенном в Новосибирске, образуются отходы:

- газообразные – $1170 \text{ м}^3/\text{ч}$, содержащие $18 \text{ мг}/\text{м}^3$ кокса, $12 \text{ мг}/\text{м}^3$ летучих углеводородов, $28 \text{ мг}/\text{м}^3$ диоксида серы, $5 \text{ мг}/\text{м}^3$ сероводорода, $1 \cdot 10^{-3} \text{ мг}/\text{м}^3$ бенз(а)пирена;
- сточные воды – $380 \text{ м}^3/\text{сут}$, содержащие $17 \text{ мг}/\text{л}$ формальдегида, $19 \text{ мг}/\text{л}$ ионов цинка, $22 \cdot 10^{-3} \text{ мг}/\text{л}$ фенола, $33 \text{ мг}/\text{л}$ нитрат-ионов;
- твёрдые – в количестве $4300 \text{ т}/\text{год}$.

Предприятие работает 345 дней в году, режим работы – круглосуточный. Средняя скорость ветра – $3 \text{ м}/\text{с}$, средняя температура воздуха на уровне устья – 5°C . Территория вокруг предприятия включает леса II группы – 24 %, территорию промышленного предприятия – 14 %, пригородные зоны отдыха – 54 %, территорию населенного пункта с плотностью населения $27 \text{ чел.}/\text{га}$ – 8 %. Твёрдые отходы вывозятся на 20 км и складировются на полигоне до 25 м в высоту.

Укрупнённая оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения

$$Y_{\text{атм}} = I_t \cdot y_{\text{атм}} \cdot \sigma_{\text{ЗАЗ}} \cdot f \cdot M \quad [\text{руб/год}]$$

- $y_{\text{атм}}$ – удельный ущерб от выброса в атмосферу 1 усл. т ЗВ, руб/усл. т
- $\sigma_{\text{ЗАЗ}}$ – показатель относительной опасности ЗВ для различных реципиентов в зоне активного загрязнения (ЗАЗ)
- f – поправка на характер рассеивания примесей в атмосфере
- M – приведённая масса годового выброса ЗВ, усл. т/год
- I_t – коэффициент индексации удельного ущерба для учета инфляции в t году

Удельный экономический

ущерб

Удельный экономический ущерб от выброса в атмосферу 1 усл. т ЗВ, приведенный к ценам 2003 года:

$$y_{\text{атм 2003}} = 144 \text{ руб/усл. т}$$

Удельный экономический ущерб индексируется с учетом инфляции с помощью коэффициента I_t , задаваемого ПП РФ «О коэффициентах к нормативам платы...» для нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленных в 2003 году

Индексация удельного ущерба

- Постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2014 года № 1219 «О коэффициентах к нормативам платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления»:
- 1. Установить, что:
к нормативам платы ... – коэффициент **2,67**
- С учётом инфляции $I_t = 2,67 \cdot 1,0252 \cdot 1,0427 \cdot 1,0300 = 2,94$

Приведённая масса

$$M = \sum A_i \cdot m_i, \text{ усл. т/год}$$

- m_i – масса годового выброса в атмосферу i -го ЗВ, т/год
- A_i – показатель относительной агрессивности i -го ЗВ, усл. т/т

Относительная агрессивность

$$A_i = \frac{a_i - a_{\text{усл.}}}{a_i - a_{\text{усл.}}}$$

Уровень опасности для человека

Уровень опасности для человека по отношению к уровню опасности оксида углерода a_i :

$$a_i = \left(\frac{ПДК_{ccCO} \cdot ПДК_{p3CO}}{ПДК_{cci} \cdot ПДК_{p3i}} \right)^{0,5} = \left(\frac{3 \text{ мг} / \text{м}^3 \cdot 20 \text{ мг} / \text{м}^3}{ПДК_{cci} \cdot ПДК_{p3i}} \right)^{0,5} = \left(\frac{60}{ПДК_{cci} \cdot ПДК_{p3i}} \right)^{0,5}$$

Вероятность накопления в ОС

Поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязняющих веществ в компонентах окружающей среды и цепях питания и вероятность поступления примеси в организм человека неингаляционным путем, α_i :

- Для токсичных металлов, металлоидов и их оксидов $\alpha_i = 5$
- Для прочих металлов и их оксидов $\alpha_i = 2$
- Для прочих ЗВ (газы, аэрозоли кислот и щелочей) $\alpha_i = 1$

Воздействие на прочих реципиентов

Поправка на вредное воздействие выбрасываемых в атмосферу веществ на прочих реципиентов (кроме человека) δ_i :

- Для легко диссоциирующих кислот и щелочей $\delta_i = 2$
- Для SO_2 , NO_x , H_2S , CS_2 , O_3 $\delta_i = 1,5$
- Для органической пыли (содержащая ПАУ, древесную пыль и т. д.), токсичных металлов и их оксидов, реактивной органики (альдегиды и т. д.), NH_3 , неорганических соединений кремния, CO , легких углеводородов $\delta_i = 1,2$
- Для прочих соединений $\delta_i = 1$

Вторичный выброс ЗВ после их оседания

**Поправка на вероятность вторичного
выброса примесей после их оседания
на поверхностях λ_i :**

- Для твёрдых аэрозолей (пылей) на территориях со среднегодовым количеством осадков менее 400 мм в год
 $\lambda_i = 1,2$
- В остальных случаях $\lambda_i = 1$

Образование вторичных ЗВ

Поправка на вероятность образования вторичных загрязняющих веществ β_i :

- Для нетоксичных углеводородных соединений южнее 40° с. ш. $\beta_i = 5$
- Для нетоксичных углеводородных соединений севернее 40° с. ш. $\beta_i = 2$
- Для прочих веществ $\beta_i = 1$

Относительная

Таблица 3.2
Предельно допустимые концентрации, показатели агрессивности и опасности
некоторых веществ в атмосферном воздухе

i	Загрязняющее вещество	$ПДК_{сс\ i},$ мг/м ³	$ПДК_{рз\ i},$ мг/м ³	$a_i^{опас},$ усл.т/т	α_i	δ_i	λ_i	β_i	$A_i^{атм}$
1	Азота диоксид	0,04	5	17,32	1	1,5	1	1	25,98
2	Азота оксид	0,06	5	14,14	1	1,5	1	1	21,21
3	Аммиак	0,2	20	3,87	1	1,2	1	1	4,65
4	Асбест	0,15	2	14,14	2	1,2	1	1	33,94 (40,73)
5	Ацетон	0,35	200	0,93	1	1	1	2 (5)	1,85 (4,63)
6	3,4-бенз(а)пирен	10^{-6}	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	2	1	1	1	126 000
7	Бензол	0,1	5	10,95	1	1	1	2 (5)	21,9 (54,75)
8	Бензин	1,5	100	0,63	1	1	1	2 (5)	1,26 (3,16)
9	Ванадий пентоксид (аэрозоль, пыль)	0,002	0,5	244,95	5	1	1 (1,2)	1	1224,74 (1469,7)
10	Древесная пыль, цемент, фосфорит, нефелин, кокс, бокситы, глина, абразивы, асбоцемент	0,15	6	8,16	2	1,2	1 (1,2)	1	19,60 (23,52)
11	Керосин	1,2	300	0,41	1	1	1	2 (5)	0,41 (2,04)
12	Кремния диоксид	0,05	1	34,64	2	1,2	1 (1,2)	1	83,14 (99,77)
13	Ксилол	0,2	50	2,45	1	1	1	2 (5)	2,45 (12,25)
14	Марганец	0,001	0,3	447,21	5	1	1 (1,2)	1	2236,07 (2683,3)

Окончание табл. 3.2

i	Загрязняющее вещество	$ПДК_{сс\ i},$ мг/м ³	$ПДК_{рз\ i},$ мг/м ³	$a_i^{опас},$ усл.т/т	α_i	δ_i	λ_i	β_i	$A_i^{атм}$
15	Медь	0,002	0,5	244,95	5	1	1 (1,2)	1	1224,74 (1469,7)
16	Никель и его оксиды	0,001	0,5	1095	5	1	1 (1,2)	1	1732,05 (2078,5)
17	Пыль нетоксичных металлов и их оксидов	0,15	10	6,32	2	1,2	1 (1,2)	1	15,18 (18,21)
18	Ртуть металлическая (пары) и ее неорганические соединения в пересчете на ртуть	0,0003	0,01	4472,14	5	1	1	1	22 360,7
19	Сажа, пыль углерода	0,05	4	17,32	2	1,2	1 (1,2)	1	41,57 (49,88)
20	Свинца неорганические соединения в пересчете на свинец	0,0003	0,01	4472,14	5	1	1 (1,2)	1	22 360,7 (26 832,8)
21	Сероводород	0,008	10	27,39	1	1,5	1	1	41,08
22	Серная кислота	0,1	1	24,49	1	2	1	1	48,99
23	Серы диоксид	0,05	10	10,95	1	1,5	1	1	16,43
24	Соляная кислота	0,2	5	7,75	1	2	1	1	15,49
25	Углерода оксид	3	20	1,00	1	1	1	1	1,00
26	Углеводороды летучие низкомолекулярные (в пересчете на углерод)	1,5	100	0,63	1	1	1	2 (5)	1,26 (3,16)
27	Хлор	0,03	1	44,72	1	2	1	1	89,44
28	Хрома шестивалентного соединения в пересчете на Cr ₂ O ₃	0,0015	0,01	2000	5	1	1	1	10 000

Приведем табличные значения предельно допустимых концентраций, показателей агрессивности и опасности для примесей, выбрасываемых заводом в атмосферу:

Примесь	$ПДК_{сс},$ мг/м ³	$ПДК_{рз},$ мг/м ³	$a_i,$ усл.т/т	α_i	δ_i	λ_i	β_i	$A_i^{возд},$ усл.т/т
Кокс	0,15	6	8,16	2	1,2	1	1	19,6
Летучие углеводороды	1,5	100	0,63	1	1	1	2	1,26
SO ₂	0,05	10	10,95	1	1,5	1	1	16,43
Сероводород	0,008	10	27,39	1	1,5	1	1	41,08
бенз(а)пирен	10 ⁻⁶	1,5·10 ⁻⁴	6,3·10 ⁵	2	1	1	1	1260000

Рассчитаем показатели относительной агрессивности для примесей:

- Для кокса:

$$A_{\text{кокс}}^{\text{ВОЗД}} = a_{\text{пыль}} \cdot \alpha_{\text{пыль}} \cdot \delta_{\text{пыль}} \cdot \lambda_{\text{пыль}} \cdot \beta_{\text{пыль}} = 8,16 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 19,60 \text{ усл.т/т};$$

- для летучих углеводородов:

$$A_{\text{лет.угл.}}^{\text{ВОЗД}} = a_{\text{лет.угл.}} \cdot \alpha_{\text{лет.угл.}} \cdot \delta_{\text{лет.угл.}} \cdot \lambda_{\text{лет.угл.}} \cdot \beta_{\text{лет.угл.}} = 0,63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 1,26 \text{ усл.т/т};$$

- для SO₂:

$$A_{\text{SO}_2}^{\text{ВОЗД}} = a_{\text{SO}_2} \cdot \alpha_{\text{SO}_2} \cdot \delta_{\text{SO}_2} \cdot \lambda_{\text{SO}_2} \cdot \beta_{\text{SO}_2} = 10,95 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 16,43 \text{ усл.т/т};$$

- для сероводорода:

$$A_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{ВОЗД}} = a_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \alpha_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \delta_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \lambda_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \beta_{\text{H}_2\text{S}} = 27,39 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 41,08 \text{ усл.т/т};$$

- для бенз(а)пирена:

$$A_{\text{б/п}}^{\text{ВОЗД}} = a_{\text{б/п}} \cdot \alpha_{\text{б/п}} \cdot \delta_{\text{б/п}} \cdot \lambda_{\text{б/п}} \cdot \beta_{\text{б/п}} = 6,3 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 12,6 \cdot 10^5 \text{ усл.т/т}.$$

Рассчитаем количество поступающих в атмосферу веществ за год:

- для кокса:

$$m_{\text{кокс}} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{\text{кокс}} \cdot 345 \cdot 24 = 1170 \cdot (18 \cdot 10^{-9}) \cdot 345 \cdot 24 = 0,174, \text{ т/год};$$

- для летучих углеводородов:

$$m_{\text{лет.угл.}} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{\text{лет.угл.}} \cdot 345 \cdot 24 = 1170 \cdot (12 \cdot 10^{-9}) \cdot 345 \cdot 24 = 0,116, \text{ т/год};$$

- для SO₂:

$$m_{\text{SO}_2} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{\text{SO}_2} \cdot 345 \cdot 24 = 1170 \cdot (28 \cdot 10^{-9}) \cdot 345 \cdot 24 = 0,271, \text{ т/год};$$

- для сероводорода:

$$m_{\text{H}_2\text{S}} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot 345 \cdot 24 = 1170 \cdot (5 \cdot 10^{-9}) \cdot 345 \cdot 24 = 0,048, \text{ т/год};$$

- для бенз(а)пирена:

$$m_{\text{б/п}} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{\text{б/п}} \cdot 345 \cdot 24 = 1170 \cdot (1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-9}) \cdot 345 \cdot 24 = 9,7 \cdot 10^{-6}, \text{ т/год}.$$

Рассчитаем приведенные массы годового выброса газов и пыли:

$$M_{\text{ГАЗ}} = A_{\text{лет.угв.}}^{\text{ВОЗД}} \cdot m_{\text{лет.угв.}} + A_{\text{SO}_2}^{\text{ВОЗД}} \cdot m_{\text{SO}_2} + A_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{ВОЗД}} \cdot m_{\text{H}_2\text{S}} =$$
$$= 1,26 \cdot 0,116 + 16,43 \cdot 0,271 + 41,08 \cdot 0,048 = 6,570 \text{ усл.т} / \text{год}$$

$$M_{\text{ПЫЛЬ}} = A_{\text{КОКС}}^{\text{ВОЗД}} \cdot m_{\text{КОКС}} + \frac{A_{\text{ВОЗД}}}{b/n} \cdot \frac{b/n}{b/n} = 19,60 \cdot 0,174 + 12,6 \cdot 10^5 \cdot 9,7 \cdot 10^{-6} = 15,63 \text{ усл.т/год.}$$

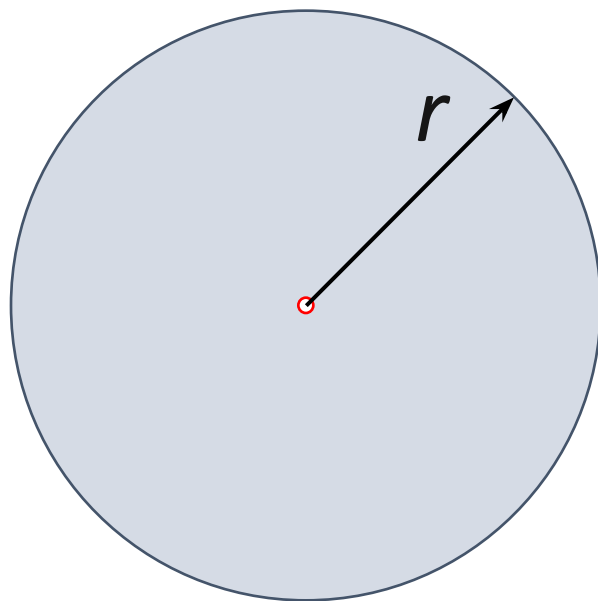
Зона активного загрязнения

Зона активного загрязнения (ЗАЗ) –
расчётная площадь, в пределах которой
выпадает вся масса загрязняющих
веществ от источника загрязнения

Форма 3А3

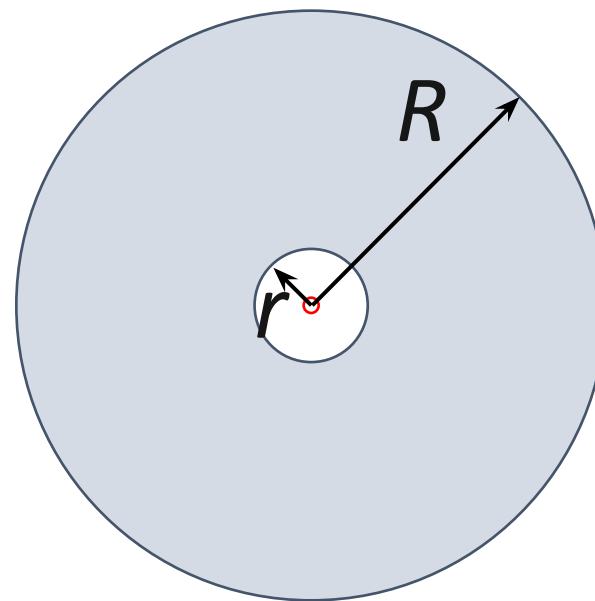
$$h < 10 \text{ м}$$

$$r = 50h$$



$$h \geq 10 \text{ м}$$

$$r = h, R = 20\varphi h$$



Поправка учета подъёма факела

$$\varphi = 1 + \Delta t / 75$$

- Δt – разность температур в устье источника и в окружающей атмосфере на уровне устья (рекомендуемая $t_{oc} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, если не указано)

Поправка на характер

Поправка на характер рассеивания примесей в атмосфере для газообразных частиц при скорости оседания $v < 1$ см/с:

$$f = f_1 = (100/[100 + \varphi \cdot h]) \cdot (4/[1 + u])$$

- φ – поправка учёта подъёма факела
- h – высота трубы, м
- u – скорость ветра, м/с

Поправка на характер

Поправка на характер рассеивания примесей в атмосфере для газообразных частиц при скорости оседания $1 \text{ см/с} < v < 20 \text{ см/с}$:

$$f = f_2 = (1000/[60 + \varphi \cdot h])^{0,5} \cdot (4/[1 + u])$$

- φ – поправка учета подъёма факела
- h – высота трубы, м
- u – скорость ветра, м/с

Поправка на характер

Поправка на характер рассеивания
примесей в атмосфере для
газообразных частиц при скорости
оседания $v > 20$ см/с:

$$f = f_3 = 10$$

Относительная опасность воздействия

- На территории ЗАЗ могут находиться различные реципиенты с разной чувствительностью к воздействию ЗВ
- По составу находящихся на них реципиентов территории могут быть условно разделены на группы (типы), каждая j -я из которых характеризуется своим **коэффициентом относительной опасности воздействия σ_j**

Относительная опасность воздействия

	Тип загрязняемой территории	σ_j
1	Территории курортов, санаториев, заповедников, заказников	10,0
2	Территории пригородных зон отдыха, садовых и дачных участков	8,0
3	Территории населённых мест с известной плотностью населения n чел./га	$0,1 \cdot n$
4	Территории населённых мест с известной плотностью пребывания населения P чел.·ч/га	$P/35000$
5	Центральная часть города с населением свыше 300 тыс. чел.	8,0
6	Территории промышленных предприятий и промышленных узлов	4,0
7	Леса I группы	0,2

Относительная опасность воздействия

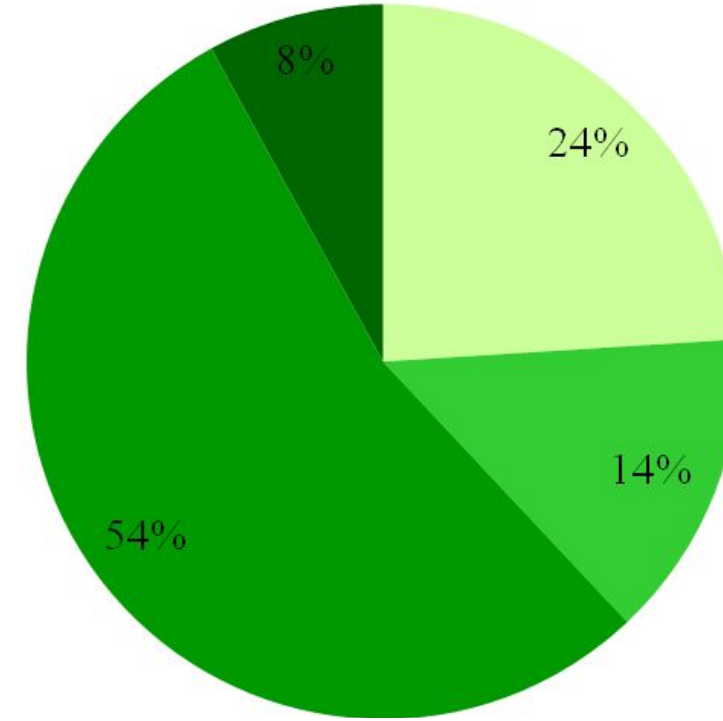
- $S_{3A3} = \sum S_j$
- $\sigma_{3A3} = \sum (S_j / S_{3A3}) \cdot \sigma_j$

Относительная опасность воздействий

Таблица 3.1

Значения коэффициентов относительной опасности

j	Тип загрязняемой территории	σ_j
1	Территории курортов, санаториев, заповедников, заказников	10,0
2	Территории пригородных зон отдыха, садовых и дачных участков	8,0
3	Территории населенных мест с известной плотностью населения n , чел./га	$0,1n$
4	Территории населенных мест с известной плотностью пребывания населения P , чел. · ч/га	$P : 35\,000$
5	Центральная часть города с населением свыше 300 тыс. чел.	8,0
6	Территории промышленных предприятий и промузлов	4,0
7	Леса I группы	0,2
8	Леса II группы	0,1
9	Леса III группы	0,025
10	Пашни обычные, южные зоны (южнее 50° сев. шир.)	0,25
11	Пашни орошаемые, южные зоны (южнее 50° сев. шир.)	0,5
12	Пашни обычные, Центральный черноземный район, южная Сибирь	0,15
13	Пашни орошаемые, Центральный черноземный район, южная Сибирь	0,3
14	Пашни обычные, прочие районы	0,1
15	Пашни орошаемые, прочие районы	0,2
16	Сады, виноградники обычные	0,5
17	Сады, виноградники орошаемые	1,0
18	Пастбища, сенокосы обычные	0,05
19	Пастбища, сенокосы орошаемые	0,1



■ Леса II группы (0,1)

■ Территория предприятия (4,0)

■ Пригородная зона отдыха (8,0)

■ Населенный пункт ($0,1 \cdot 27 = 2,7$)

Относительная опасность воздействия

Тип загрязненной территории	$\sigma_i^{ВОЗД}$	$S_i, \%$
Леса 2 группы	0,1	24
Территория промышленного предприятия	4	14
Пригородные зоны отдыха	8,0	54
Населенный пункт с плотностью населения 27 ч/га	$0,1 \cdot 27$	8

Рассчитаем показатель относительной опасности загрязнения:

$$\sigma_{3.43}^{Возд} = \frac{24}{100} \cdot 0,1 + \frac{14}{100} \cdot 4 + \frac{54}{100} \cdot 8 + \frac{8}{100} \cdot 0,1 \cdot 27 = 5,12$$

- Для газов (при рассеивании газообразных частиц):

$$f = f_1 = \left(\frac{100}{100 + \varphi \cdot h} \right) \cdot \left(\frac{4}{1 + U} \right), \text{ где}$$

h – геометрическая высота устья источника, $h = 50$ м;

φ – поправка для учета теплового подъема уровня факела выброса в

атмосферу: $\varphi = 1 + \frac{\Delta t}{75^\circ \text{C}}$, где Δt – разность температур в устье источника

(допустим, что $t_{\text{уст.}} = 80^\circ \text{C}$) и в окружающей среде ($t_{\text{ок}} = 5^\circ \text{C}$), тогда $\Delta t = 75^\circ \text{C}$;

U – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера,

$U = 3$ м/с.

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta t}{75^\circ \text{C}} = 1 + \frac{75^\circ \text{C}}{75^\circ \text{C}} = 2$$

$$f = f_1 = \left(\frac{100}{100 + \varphi \cdot h} \right) \cdot \left(\frac{4}{1 + U} \right) = \left(\frac{100}{100 + 2 \cdot 50} \right) \cdot \left(\frac{4}{1 + 3} \right) = 0,5.$$

- Для пыли (при значении коэффициента очистки $\eta < 70\%$ и скорости оседания $V > 20$ м/с):

$$f = f_2 = 10.$$

Учёт воздействия пылей и

$$y_{\text{атм}} = I_t \cdot y_{\text{атм}} \cdot \sigma_{\text{ЗАЗ}} \cdot (f_{\text{пыл.}} \cdot M_{\text{пыл.}} + f_{\text{газ}} \cdot M_{\text{газ}}) \text{ [руб/год]}$$

Величина возможного ущерба от загрязнения атмосферы:

$$\begin{aligned} Y_{ATM} &= I_t \cdot Y_{VT}^{ВОЗД} \cdot \sigma_{3.43}^{ВОЗД} \cdot (f_1 \cdot M_{ГАЗ} + f_2 \cdot M_{ПЫЛЬ}) = \\ &= 2,94 \cdot 144 \cdot 5,12 \cdot (0,5 \cdot 6,57 + 10 \cdot 15,63) = 345917 \text{руб./год} \end{aligned}$$

Укрупнённая оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения

$$U_{\text{вод}} = \sum_{t=1}^n \frac{u_{\text{вод}} \cdot \sigma_{\text{вод}} \cdot M}{I_t} [\text{руб/год}]$$

- $u_{\text{вод}}$ – удельный ущерб от выброса в водоём 1 усл. т ЗВ, руб/усл. Т
- $\sigma_{\text{вод}}$ – показатель относительной опасности ЗВ
- M – приведённая масса годового выброса ЗВ, усл. т/год
- I_t – коэффициент индексации удельного ущерба для учета инфляции в t году

ВВ: Метод не применим к залповым сбросам

Удельный экономический

ущерб

Удельный экономический ущерб от сброса в водоём 1 усл. т ЗВ, приведенный к ценам 2003 года:

$$y_{\text{вод 2003}} = 24000 \text{ руб/усл. т}$$

Удельный экономический ущерб индексируется с учетом инфляции с помощью коэффициента I_t , задаваемого ПП РФ «О коэффициентах к нормативам платы...» для нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленных в 2003 году

Относительная опасность

Продолжение табл. 3.6

k	Наименование бассейна реки и створа	Административный состав водохозяйственного участка	$\sigma_k^{\text{вод}}$
13	Волга ниже г. Нижнего Новгорода	Калининская обл., восточная и центральная части; Ярославская обл.; Костромская обл.; Ивановская обл., северная часть; Смоленская обл., северо-восточная часть; Вологодская обл., южная и западная части; Нижегородская обл., северная часть; Новгородская обл., небольшая восточная часть	0,91
14	Волга, устье Камы	Кировская обл.; Пермская обл.: Удмуртская Республика; Республика Башкортостан, кроме южной части; Свердловская обл., юго-западная часть; Челябинская обл., северо-западная часть; Республика Татарстан, северо-восточная часть	0,50
15	Волга, Самара	Нижегородская обл., юго-восточная часть; Республика Марий Эл; Чувашская Республика; Республика Мордовия, восточная часть; Самарская обл., северная часть; Ульяновская обл., северная часть; Республика Татарстан, западная часть; Пензенская обл., восточная часть; Оренбургская обл., западная часть	0,70
16	Волга, устье	Самарская обл., южная часть; Ульяновская обл., южная часть; Саратовская обл., центральная и северо-восточная части; Волгоградская обл., восточная часть; Астраханская обл.	0,80
17	Кубань, г. Невинномысск	Ставропольский край, юго-западная часть (Карачаево-Черкесская республика)	2,73
18	Кубань, устье	Краснодарский край, южная часть	2,60
19	Терек, устье	Республика Северная Осетия-Алания; Кабардино-Балкарская Республика; Республика Ингушетия; Чеченская республика; Республика Дагестан, северная часть	2,01

Продолжение табл. 3.6

k	Наименование бассейна реки и створа	Административный состав водохозяйственного участка	$\sigma_k^{\text{вод}}$
20	Обь, г. Новосибирск	Алтайский край; Новосибирская обл., юго-восточная часть	0,34
21	Томь, устье	Новосибирская обл., восточная часть; Кемеровская обл., западная часть; Томская обл., небольшая южная часть	0,92
22	Обь-Чулым	Красноярский край, юго-западная часть; Кемеровская обл., восточная часть; Томская обл., восточная часть; Новосибирская обл., северо-восточная часть	0,70
23	Обь, Белогорье	Тюменская обл., юго-восточная часть; Томская обл., северная часть	0,31
24	Иртыш, устье	Тюменская обл., южная часть; Омская обл.; Новосибирская обл., западная часть	1,00
25	Ишим, устье	Тюменская обл., крайняя юго-восточная часть	0,81
26	Тобол, устье	Челябинская обл., восточная часть; Свердловская обл., северная и восточная части; Тюменская обл., крайняя юго-восточная часть	0,97
27	Обь, устье	Ямало-Ненецкий автономный округ; Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	0,12
28	Енисей, г. Красноярск	Республика Тыва; Красноярский край, южная часть	0,19
29	Енисей, г. Енисейск	Красноярский край, центральная часть; Иркутская обл., западная часть	0,19
30	Енисей, устье	Красноярский край, центральная и северная части	0,11
31	Селенга, устье	Центральная часть; Читинская обл., небольшая юго-западная часть	0,28
32	Другие реки Забайкалья	Республика Бурятия, северо-западная часть	0,21

Приведённая масса

$$M = \sum A_i \cdot m_i, \text{ усл. т/год}$$

- m_i – масса годового выброса в водоём i -го ЗВ, т/год
- A_i – показатель относительной агрессивности i -го ЗВ, усл. т/т

Относительная агрессивность

- $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в водоёме рыбохозяйственного назначения, $мг/дм^3$
В случае сброса в водоём ЗВ, влияющих на содержание растворённого в воде кислорода, ущерб оценивается по общей массе кислорода, необходимой для полного окисления веществ:
 $A_{БПК} = 0,33 \text{ усл. т/т (БПК}_{п.р.х.} = 3 \text{ г/м}^3)$

Относительная

Таблица 3.7

ПДК загрязняющих веществ в воде водоемов рыбохозяйственного
водопользования

<i>I</i>	Загрязняющее вещество	ПДК _{рх и} , мг/л
1	БПК (полная)	3,0 мг O ₂ /л
2	Аммоний солевой (NH ₄ ⁺)	0,5 (NH ₄ ⁺) = 0,39(N)
3	Нитрат-ион (NO ₃ ⁻)	40 (NO ₃ ⁻) = 9,0(N)
4	Нитрит-ион (NO ₂ ⁻)	0,08 (NO ₂ ⁻) = 0,02(N)
5	Нефть и нефтепродукты	0,05
6	Фенолы	0,001
7	СПАВ	0,1
8	Железо (общее)	0,5
9	Медь	0,001
10	Цинк	0,010
11	Хром	0,005
12	Никель	0,010
13	Кобальт	0,010
14	Свинец	0,03
15	Мышьяк	0,05
16	Ртуть	0,0005
17	Кадмий	0,005
18	Цианиды	0,05
19	Формальдегид	0,01
20	Калий (катион)	50,0
21	Кальций (катион)	180,0
22	Магний (катион)	40,0
23	Натрий (катион)	120,0
24	Сульфаты (анион)	100,0
25	Хлориды (анион)	300,0
26	Минерализация	1000,0

ПДК загрязняющих веществ для воде водоемов рыбохозяйственного назначения

Загрязняющее вещество	$ПДК_{рхi}$, мг/л
Формальдегид	0,01
Цинк	0,01
Фенол	0,001
Нитрат-ион	40

Рассчитаем относительную агрессивность вод:

- Для формальдегида: $A_{\text{форм.}}^{\text{ВОД}} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{рхформ.}}} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ усл.т/т};$
- Для цинка: $A_{\text{Zn}}^{\text{ВОД}} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{рхZn}}} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ усл.т/т};$
- Для фенола: $A_{\text{фенол}}^{\text{ВОД}} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{рхфенол}}} = \frac{1}{0,001} = 1000 \text{ усл.т/т};$
- Для нитрат-иона: $A_{\text{NO}_3^-}^{\text{ВОД}} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{рхNO}_3^-}} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ усл.т/т};$

Рассчитаем количество поступающих загрязняющих веществ в водные объекты:

- Для формальдегида: $m_{\text{форм.}} = V_{\text{ОБЩ}}^{\text{ВОД}} \cdot C_{\text{форм.}} \cdot 345 = 380 \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot 345 = 2,23 \text{ т/год};$
- Для цинка: $m_{\text{ОБЩ}}^{\text{ВОД}} V_{\text{Zn}} \cdot C \cdot 345 = 380 \cdot 19 \cdot 10^{-6} \cdot 345 = 2,49 \text{ т/год};$
- Для фенола: $m_{\text{фенол}} = V_{\text{ОБЩ}}^{\text{ВОД}} \cdot C_{\text{фенол}} \cdot 345 = 380 \cdot 22 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6} \cdot 345 = 0,0028 \text{ т/год};$
- Для нитрат-иона: $m_{\text{NO}_3^-} = V_{\text{ОБЩ}}^{\text{ВОД}} \cdot C_{\text{NO}_3^-} \cdot 345 = 380 \cdot 33 \cdot 10^{-6} \cdot 345 = 4,32 \text{ т/год}.$

Рассчитаем приведенную массу сбрасываемых в водоемы веществ:

$$\begin{aligned} M &= A_{\text{форм.}}^{\text{БОД}} \cdot m_{\text{форм}} + A_{\text{Zn}}^{\text{БОД}} \cdot m_{\text{Zn}} + A_{\text{фенол}}^{\text{БОД}} \cdot m_{\text{фенол}} + A_{\text{NO}_3^-}^{\text{БОД}} \cdot m_{\text{NO}_3^-} = \\ &= 100 \cdot 2,23 + 100 \cdot 2,49 + 1000 \cdot 0,0028 + 0,025 \cdot 4,32 = 474,9 \quad \text{л.т/год} \end{aligned}$$

Величина возможного ущерба от загрязнения водных объектов:

- Учет экологической специфики водохозяйственного участка осуществляется с помощью показателя относительной опасности загрязнения водоемов , который составляет: 0,34 (р. Обь, г. Новосибирск).

$$Y_{\text{ВОД}} = I_t \cdot Y_{\text{УТ}} \cdot \sigma_K^{\text{ВОД}} \cdot M = 2,94 \cdot 24000 \cdot 0,34 \cdot 474,9 = 1139304,1 \text{ руб./год.}$$

Укрупнённая оценка ущерба от загрязнения почвы твёрдыми отходами

Затраты на проведение работ по очистке загрязненных земель: затраты на удаление, обезвреживание и захоронение отходов; стоимость отчуждаемой земли; затраты на санитарно-гигиеническую рекультивацию земель

$$Y_p = I_t \cdot y_p \cdot M, \text{ руб/год}$$

- y_p – удельный ущерб от загрязнения почвы 1 т ЗВ, руб/т
- M – масса годового образования ЗВ, т/год
- I_t – коэффициент индексации удельного ущерба для учёта инфляции в t году

Удельный экономический

$$u_{\text{п}} = u_{\text{уд}} + u_{\text{сх}}$$

- $u_{\text{уд}}$ – удельные затраты
- $u_{\text{сх}}$ – ущерб сельскому хозяйству при изъятии земель и захоронение с последующей санитарно-гигиенической рекультивацией

Удельные затраты

$$y_{уд} = z_t + c_c + E_n \cdot K_c$$

- z_t – затраты на удаление, обезвреживание и захоронение 1 т твердых отходов, руб/т
- c_c – эксплуатационные расходы на уничтожение 1 т отходов на полигоне, руб/т
- E_n – нормативный коэффициент использования капитальных затрат, 0,15
- K_c – удельные капитальные затраты на сооружение систем удаления, обезвреживания, складирования и уничтожения отходов, руб/т

Затраты на удаление

Таблица 3.21

Удельные текущие затраты на перевозку
твердых бытовых отходов IV и V классов
опасности

l , км	$\tilde{C}_l^{\text{тр}}$, руб./т	l , км	$\tilde{C}_l^{\text{тр}}$, руб./т
20	67	70	168
30	94	80	186
40	114	90	204
50	132	100	222
60	150		

l — расстояние перевозки;

$\tilde{C}_l^{\text{тр}}$ — текущие транспортные расходы.

Эксплуатационные расходы и удельные капитальные

затраты

Таблица 3.22

Ориентировочные удельные эксплуатационные и капитальные затраты на обезвреживание, складирование и уничтожение твердых бытовых отходов IV и V классов опасности

Основные показатели	Высота складироваемых отходов с учетом полного уплотнения за весь период эксплуатации полигона $h^{скл}$		
	4,0 м	10,0 м	25,0 м
Средняя нагрузка на используемую площадь $\tilde{m}_i^{отх}$, т/м ²	2,0–2,5	4,0–6,0	10,0–12,0
Эксплуатационные расходы $\tilde{C}_i^{хр}$, руб./т	36–42	30–36	24–30
Капитальные затраты на единицу площади $\tilde{K}_i^{хр. пл}$, тыс.руб./га	1200–2400		
Капитальные затраты на единицу массы складироваемых отходов за весь период эксплуатации $\tilde{K}_i^{хр. мас}$, руб./т	30–60	18–30	9–15
Капитальные затраты на единицу объема складироваемых отходов за весь период эксплуатации $\tilde{K}_i^{хр. об}$, руб./м ³	15–30	9–15	4,8–7,2

Ущерб с/х

$$y_{сх} = (z_z + z_p) \cdot s$$

- z_z – экономическая оценка 1 га земли по нормативам затрат на возмещение потерь сельскохозяйственного производства, руб/га
- z_p – усреднённые затраты на санитарно-гигиеническую рекультивацию 1 га земли, 95000 руб/га
- s – площадь, используемая для складирования 1 т отходов, 0,00002–0,0002 га/т

Экономическая оценка 1 га

Продолжение табл. 3.8

Тип и подтип почв изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий $\tilde{H}_r^{ст.сх.зем}$, тыс. руб./га
IX зона	
Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская и Тюменская области, Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ	984,1
1. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземные почвы мощные тучные и среднегумусные; торфяные окультуренные	1134,2
2. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземные почвы среднемощные тучные и среднегумусные; черноземы мощные эродированные	1023,0
3. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземные почвы маломощные; темно-серые лесные; старопойменные луговые	906,3
4. Черноземы всех подтипов маломощные эродированные и солонцеватые; лугово-черноземные солонцеватые; аллювиально-луговые	756,2
5. Серые и светло-серые лесные; темно-каштановые эродированные, каштановые, лугово-каштановые; дерново-подзолистые	678,3
6. Светло-каштановые, каштановые солонцеватые, глубокие солонцы	528,2
7. Луговые солончаковые глееватые; солонцы средние	489,3
8. Солонцы мелкие и корковые, солончаки; лугово-болотные; почвы овражно-балочного комплекса	266,9
X зона	
Республика Бурятия, Республика Тыва, Республика Хакасия, Красноярский край, Иркутская и Читинская области, Агинский Бурятский автономный округ, Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ, Усть-Ордынский Бурятский автономный округ, Эвенкийский автономный округ	1045,3

Оценка экономического ущерба от загрязнения поверхности почвы твердыми отходами

Удельный ущерб от загрязнения почвы:

$$Y_n = Y_{yd} + Y_m = 99,25 + 215,82 = 315,07 \text{ руб/т}$$

Удельные затраты:

$$Y_{yd} = Z_z + C_c + E_n \cdot K_c = 67 + 30 + 0,15 \cdot 15 = 99,25 \text{ руб/т}$$

Ущерб сельскому хозяйству:

$$Y_m = (Z_s + Z_p) \cdot S = (984,1 \cdot 1000 + 95000) \cdot 0,0002 = 215,82 \text{ руб/т}$$

$$Y_{поч} = I_t \cdot Y_n \cdot M = 2,94 \cdot 315,07 \cdot 4300 = 3983115 \text{ руб./год}$$

Возможный ущерб от деятельности предприятия в течение года составляет:

$$Y_{ВОЗМ} = Y_{АТМ} + Y_{ВОД} + Y_{ОТХ} = 345917 + 1139304,1 + 3983115,94 = 5468337,04 \text{ руб.}$$