



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минприроды России)

П Р И К А З
г. МОСКВА

17.05.2021

№ 333



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО

Регистрационный № 63727

от "01" июня 2021 г.

О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2020 г. № 1118 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей»

В соответствии с пунктом 6 статьи 22 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133; 2014, № 30, ст. 4220), частью 3 статьи 35 Водного кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, № 23, ст. 2381) и подпунктом 5.2.37 Положения о Министерстве природных ресурсов и экологии Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2015 г. № 1219 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, № 47, ст. 6586), п р и к а з ы в а ю:

1. Внести изменения в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2020 г. № 1118 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей» (зарегистрирован Минюстом России 30 декабря 2020 г., регистрационный № 61973) согласно приложению к настоящему приказу.

2. Настоящий приказ вступает в силу с 1 сентября 2021 г. и действует по 31 августа 2022 г.

Министр

А.А. Козлов

**Изменения,
которые вносятся в приказ Министерства природных ресурсов и экологии
Российской Федерации от 29 декабря 2020 г. № 1118
«Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов
загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей»**

1. В пункте 2 приказа Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2020 г. № 1118 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей» (зарегистрирован Минюстом России 30 декабря 2020 г., регистрационный № 61973) слова «действует по 1 января 2022 г.» заменить словами «действует по 31 августа 2022 г.».

2. Внести следующие изменения в Методику разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей (далее – Методика):

2.1. В абзаце втором пункта 1 Методики:

слова «, в том числе указанных в отчете об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, представляемого на основании статьи 67 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133; 2020, № 50, ст. 8074) (далее – Федеральный закон № 7-ФЗ)» исключить;

после слов «объекте организации-водопользователя» дополнить словами «и объектах его абонентов (при наличии)».

2.2. В абзаце втором пункта 4 Методики слова «СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.06.2000 (М., Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000, «Бюллетень нормативных и методических документов госсанэпиднадзора», № 2, 2001; «Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации», № 2, февраль, 2015)» заменить словами «СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3 (зарегистрировано Минюстом России 29.01.2021, регистрационный № 62297), и рассчитывается в соответствии с

формулой (23.4) настоящей Методики с учетом принятия значения показателя разбавления χ равным 0,9».

2.3. Пункт 5 Методики дополнить абзацем следующего содержания:

«Определение контрольного пункта (створа) осуществляется в поперечном сечении водного потока в максимально загрязненной струе с массой воды с наиболее высоким содержанием вредных веществ, занимающей определенную часть поперечного сечения водного потока, в которой контролируется качество воды и рассчитывается в соответствии с формулой (23.4) настоящей Методики с учетом принятия значения показателя разбавления χ равным 0,9.»

2.4. Пункт 7 Методики признать утратившим силу.

2.5. В пункте 13 Методики слова «Федерального закона № 7-ФЗ» заменить словами «Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133; 2020, № 50, ст. 8074)».

2.6. Подпункт «р» пункта 14 Методики дополнить абзацами следующего содержания:

«Фактический сброс загрязняющих веществ в г/ч, т/мес определяется в соответствии с нормативными документами по отбору проб для анализа сточных вод и учету их качества.

Данные об использованных методах химического анализа и их чувствительности при определении концентраций загрязняющих веществ и показателей состава и свойств сточных вод представляются с приложением протоколов количественных химических анализов проб сточных вод за последний календарный год по всем нормируемым веществам.»

2.7. Предложение второе абзаца четвертого пункта 17 Методики изложить в следующей редакции:

«Перечень нормируемых веществ организаций, эксплуатирующих объекты централизованных систем водоотведения поселений или городских округов, для целей подачи заявки на получение комплексного экологического разрешения либо представления декларации о воздействии на окружающую среду определяется на основании результатов инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, проводимой в соответствии с Правилами № 891.»

2.8. В абзаце шестом пункта 21 Методики слова «превышает ПДК» заменить словами «превышает предельно допустимые концентрации».

2.9. В пункте 23 Методики:

в абзаце первом подпункта «а» слова «скоростей g_p и выпуска g_{cm} » заменить словами «скоростей g_p (скорость потока реки) и выпуска g_{cm} (скорость истечения сточных вод)»;

в подпункте «б»:

формулу (6) изложить в следующей редакции:

$$\left\langle \frac{g_0}{g_p} = \frac{g_p + 0,15}{g_p} - 1 \quad (6), \right\rangle;$$

после абзаца пятого дополнить абзацами следующего содержания:
«Кратность начального разбавления n_n определяется по следующей формуле:

$$n_n = 0,248 \bar{d}^2 (\sqrt{m^2 + 8,1(1-m)/\bar{d}^2 - m}) / (1-m) \quad (6.1),$$

где: $m = v_p / v_{ст}$ (6.2).

Формула (6.1) настоящей Методики применяется при условии $m \leq 0,25$ и $v_{ст} \geq 2$ м/с.

Содержащийся в формуле (6.1) настоящей Методики относительный диаметр \bar{d} находится из соотношения $\bar{d} = d/d_0$, в котором d – диаметр загрязненной струи, d_0 – диаметр оголовка.

Значение \bar{d} вычисляется по следующей формуле:

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{8,1}{\frac{(1-m) \Delta v_m^2}{0,92} + \frac{2m \Delta v_m}{0,96}}} \quad (6.3).$$

В формуле (6.3) настоящей Методики величина Δv_m определяется по следующей формуле:

$$\Delta v_m = v_m - v_p \quad (6.4),$$

где: v_m — скорость на оси струи. Принимается $\Delta v_m \approx 0,10 \div 0,15$ м/с.

Расчет отношения $\frac{d}{d_0}$ и \bar{d} производится по номограммам рис.1-2.

Если по номограмме определить величину d невозможно, то ведется расчет величины относительного диаметра \bar{d} по формуле (6.3) настоящей Методики.

Если струя, расширяясь, достигает граничных поверхностей, интенсивность разбавления снижается. Количественно это снижение учитывается путем введения в формулу (6.1) настоящей Методики множителя $f(H/d)$. Множитель находится по номограмме рис.3.»;

абзац шестой признать утратившим силу.

2.10. В пункте 24 Методики формулу (14) изложить в следующей редакции:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} \quad (14),».$$

2.11. Пункт 25 Методики изложить в следующей редакции:

«25. Если не соблюдаются условия применимости метода, указанного в пункте 24 настоящей Методики, то расчет кратности разбавления осуществляется по формуле (23.1) настоящей Методики и с использованием методов 1-3:

$$n = (S_{ст} - S_e) / (S_{макс} - S_e) \quad (23.1),$$

где: $S_{ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, г/м³;

$S_{макс}$ – максимальная концентрация загрязняющего вещества в поперечном сечении водотока, находящемся на контрольном расстоянии от створа выпуска сточных вод вниз по течению, г/м³;

S_e – фоновая концентрация вещества в водотоке, г/м³.

Метод 1. В качестве характеристики концентрации загрязняющего вещества в заданном сечении принимается величина χ , (показатель разбавления) и определяется по следующей формуле:

$$\chi = \left(\frac{S_{\text{макс}}}{S_{\text{ст}}} - \frac{S_n}{S_{\text{ст}}} \right) \quad (23.2),$$

где: S_n – концентрация в створе достаточного перемешивания, г/м³.

Если рассматриваются приведенные концентрации загрязняющего вещества, то есть величины $S_{\text{макс.прив}} = S_{\text{макс}} - S_e$; $S_{\text{ст.прив}} = S_{\text{ст}} - S_e$; $S_{n.\text{прив}} = S_n - S_e$, в указанном случае формула (23.2) настоящей Методики преобразуется в следующую формулу:

$$\chi = \frac{S_{\text{макс.прив}} - S_{n.\text{прив}}}{S_{\text{ст.прив}}} \quad (23.3),$$

где: $S_{\text{макс.прив}}$ – максимальная приведенная концентрация загрязняющего вещества в поперечном сечении реки, находящемся на контрольном расстоянии от створа выпуска сточных вод вниз по течению, г/м³;

$S_{n.\text{прив}}$ – приведенная концентрация в створе достаточного перемешивания, г/м³;

$S_{\text{ст.прив}}$ – приведенная концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, г/м³.

Показатель разбавления χ применяется как при неизменности расхода воды реки, так и в тех случаях, когда на рассматриваемом участке происходит изменение расхода вдоль потока. Аналитическая зависимость между интенсивностью снижения показателя разбавления χ вдоль потока и его гидравлическими характеристиками рассчитывается по следующей формуле:

$$\chi = \frac{0,14q \sqrt{\frac{N}{\tilde{H}}}}{\chi(q+Q)\varphi} B. \quad (23.4),$$

где: x – расстояние, отсчитываемое вдоль потока от источника загрязнения до створа, на котором показатель разбавления принимает конкретное значение χ ;

N – характеристическое число, вычисляемое по следующей формуле:

$$N = \frac{MC}{g} \quad (23.5).$$

Формула (23.4) настоящей Методики применяется при выборе контрольного створа предприятия для расчета расстояния от места выпуска сточных вод до створа наиболее полного (90%) перемешивания речной и сточной воды (контрольный створ), а также для расчета расстояния до створов с заданными значениями максимальных концентраций.

После применения формулы (23.4) настоящей Методики обратная кратность разбавления ($\frac{1}{n} = \frac{S_{\max}}{S_{cm}}$) вычисляется по следующей формуле:

$$\frac{S_{\max}}{S_{cm}} = \frac{S_n}{S_{cm}} + \frac{0,14q \sqrt{\frac{N}{\tilde{H}}}}{\chi(q+Q)\varphi} B. \quad (23.6),$$

где:

M – коэффициент, зависящий от C ;

g – ускорение силы тяжести, m/c^2 .

Формула (23.6) настоящей Методики применяется для определения максимальных концентраций на любых расстояниях x от места выпуска сточных вод.

При $10 < C < 60$ параметр $M = 0,7C + 6$, при $C \geq 60$ параметр $M = 48 = const$. Произведение MC имеет размерность m/c^2 .

C – коэффициент, характеризующий интенсивность турбулентного перемешивания в реках, $m^{1/2}/c$. При большем значении C турбулентное перемешивание оказывается менее интенсивным, при меньшем значении C турбулентное перемешивание оказывается более интенсивным.

Коэффициент C вычисляется по следующей формуле:

$$C = \frac{g_p}{\sqrt{H}} \quad (23.7).$$

Параметр извилистости φ вычисляется по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{l_{фарв}}{l_{пр}} \quad (23.8),$$

где: $l_{фарв}$ – длина участка, измеренная по фарватеру;

$l_{пр}$ – длина этого же участка, измеренная по прямой.

Безразмерная глубина \tilde{H} вычисляется по следующей формуле:

$$\tilde{H} = \frac{H}{B} \quad (23.9),$$

где: B – средняя ширина русла реки на рассматриваемом участке, м.

S_{\max} определяется по формуле (23.6) настоящей Методики.

Иные обозначения в формулах (23.1) – (23.9) настоящей Методики представлены в разделах III «Расчет величин НДС для отдельных выпусков сточных вод в водотоки», IV «Расчет НДС для отдельных выпусков в водоемы» настоящей Методики.

Метод 2. Для вычисления максимальной концентрации загрязняющих неконсервативных веществ в заданном створе при различных положениях выпуска

сточных вод используется аналитическое решение уравнения турбулентной диффузии применительно к простейшему случаю.

Метод 2 применяется для небольших водотоков с коэффициентом извилистости меньше 1,5.

Расчет осуществляется по следующим формулам:

а) выпуск сточных вод находится на расстоянии b от берега:

$$S_{\text{макс}} = S_e + \frac{s_{\text{ст}} Q_{\text{ст}}}{H \sqrt{\pi \nu D_{yx}^*}} \frac{1}{\Phi(\xi_1 \sqrt{2}) - \Phi(\xi_2 \sqrt{2})} e^{k_n \frac{x}{v}} \quad (23.10),$$

где: $\Phi(\xi_1 \sqrt{2})$ и $\Phi(\xi_2 \sqrt{2})$ – интегралы вероятности (определяются в соответствии с таблицей 1 настоящей Методики), верхние пределы интегрирования которых вычисляются по следующим формулам:

$$\xi_1 = \frac{-b \sqrt{v}}{2 \sqrt{D_{yx}^*}} \quad (23.11),$$

$$\xi_2 = \frac{(b - B) \sqrt{v}}{2 \sqrt{D_{yx}^*}} \quad (23.12);$$

б) выпуск находится у берега реки:

$$S_{\text{макс}} = S_e + \frac{s_{\text{ст}} q}{H \sqrt{\pi \nu D_{yx}^*}} \frac{1}{\Phi(\xi \sqrt{2})} e^{k_n \frac{x}{v}} \quad (23.13),$$

$$\xi = \frac{B \sqrt{v}}{2 \sqrt{D_{yx}^*}} \quad (23.14);$$

где:

в) выпуск находится в середине речного потока:

$$S_{\text{макс}} = S_e + \frac{s_{\text{ст}} q}{2H \sqrt{\pi \nu D_{yx}^*}} \frac{1}{\Phi(\xi \sqrt{2})} e^{k_n \frac{x}{v}} \quad (23.15),$$

$$\xi = \frac{B \sqrt{v}}{4 \sqrt{D_{yx}^*}} \quad (23.16).$$

где:

$$\text{Интеграл вероятности } \Phi(\xi \sqrt{2}) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi \sqrt{2}} e^{-t^2} dt$$

$\xi \sqrt{2}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,000 00	011 28	022 56	033 84	045 11	056 37	067 62	078 86	090 08	101 28
0,1	112 46	123 62	134 76	145 87	156 95	168 00	179 01	189 99	200 94	211 84
0,2	222 70	233 52	244 30	255 02	265 70	276 33	286 90	297 42	307 88	318 28
0,3	328 63	338 91	349 13	359 28	369 36	379 38	389 33	399 41	409 01	418 74
0,4	428 39	437 97	447 47	456 89	466 22	475 48	484 66	493 74	502 75	511 67
0,5	520 50	529 24	537 90	546 46	554 94	563 32	571 62	579 82	587 92	595 94
0,6	603 86	611 86	619 41	627 05	634 59	642 03	649 38	656 63	663 78	670 84
0,7	677 80	684 67	691 43	698 10	704 86	711 16	717 54	723 82	730 01	736 10
0,8	742 10	748 00	753 81	759 52	765 14	770 67	776 10	781 44	786 69	791 84
0,9	796 91	801 88	806 77	811 56	816 27	820 89	825 42	829 87	834 23	838 51
1,0	842 81	846 81	850 84	854 78	858 65	862 44	866 14	869 77	873 33	876 80
1,1	880 20	883 53	886 79	889 97	893 08	896 12	899 10	902 00	904 84	907 61
1,2	910 31	912 96	915 53	918 05	920 50	922 90	925 24	927 51	929 73	931 90
1,3	934 01	936 06	938 06	940 02	941 91	943 76	945 56	947 31	949 02	950 67
1,4	952 28	953 85	955 38	956 86	958 30	959 70	961 05	962 37	963 65	964 90
1,5	966 10	967 28	968 41	969 52	970 59	971 62	972 63	973 60	974 55	975 45
1,6	976 35	977 21	978 04	978 84	979 62	980 38	981 10	981 81	982 49	983 15
1,7	983 79	984 41	985 00	985 58	986 14	986 67	987 19	987 69	988 17	988 64
1,8	989 09	989 52	989 94	990 35	990 74	991 11	991 47	991 82	992 16	992 48
1,9	992 79	993 09	993 38	993 66	993 92	994 18	994 43	994 66	994 89	995 11
2,0	995 32	995 52	995 72	995 91	996 09	996 26	996 42	996 58	996 73	996 88
2,1	997 02	997 16	997 28	997 41	997 52	997 64	997 75	997 85	997 95	998 05
2,2	998 14	998 22	998 31	998 39	998 46	998 54	998 61	998 67	998 74	998 80
2,3	998 86	998 91	998 97	999 02	999 06	999 11	999 16	999 20	999 24	999 28
2,4	999 31	999 35	999 38	999 41	999 44	999 47	999 50	999 52	999 55	999 57
2,5	999 59	999 61	999 63	999 65	999 67	999 69	999 71	999 72	999 74	999 75
2,6	999 76	999 78	999 79	999 80	999 81	999 82	999 83	999 84	999 85	999 86
2,7	999 87	999 87	999 88	999 89	999 89	999 90	999 91	999 91	999 92	999 92
2,8	999 92	999 93	999 93	999 94	999 94	999 94	999 95	999 95	999 95	999 96
2,9	999 96	999 96	999 96	999 97	999 97	999 97	999 97	999 97	999 98	999 98
3,0	999 98	999 98	999 98	999 98	999 98	999 98	999 98	999 99	999 99	999 99

Примечание. Значения целой части (т. е. 0) в таблице опущены.

Если разделить правую и левую части расчетных формул (23.10), (23.13), (23.15) настоящей Методики на S_{CT} , то получается величина, обратная кратности разбавления n .

В формулах (23.10) – (23.16) настоящей Методики D_y^* — коэффициент дисперсии в поперечном направлении; k_{Π} — коэффициент неконсервативности.

Коэффициент поперечной дисперсии в условиях небольших рек (ширина до 50 – 60 м) определяется по следующей формуле:

$$D_y^* = \frac{Ru_* \cdot 41,6}{\sqrt{Re}} \quad (23.17),$$

где R — гидравлический радиус; u_* — динамическая скорость потока, определяемая по следующей формуле:

$$u_* = \sqrt{gRI} = \frac{v \sqrt{g}}{C} \quad (23.18);$$

Re — число Рейнольдса, определяемое по следующей формуле:

$$Re = \frac{Rv}{\nu} \quad (23.19),$$

где: ν – кинематический коэффициент вязкости потока.

Для рек с большой шириной ($B > 100$ м) коэффициент поперечной дисперсии вычисляется по следующей формуле:

$$D_y^* = \frac{H_{\text{ср}} v_{\text{ср}}}{3524} \left(\frac{B}{H} \right)^{1,378} \quad (23.20).$$

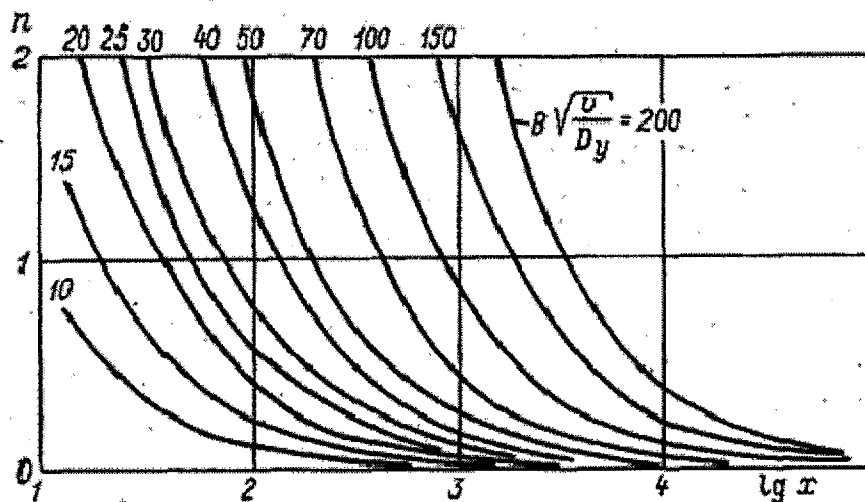


Рис. 4. Номограмма для определения максимальной концентрации загрязняющего вещества при выпуске сточных вод в середине потока

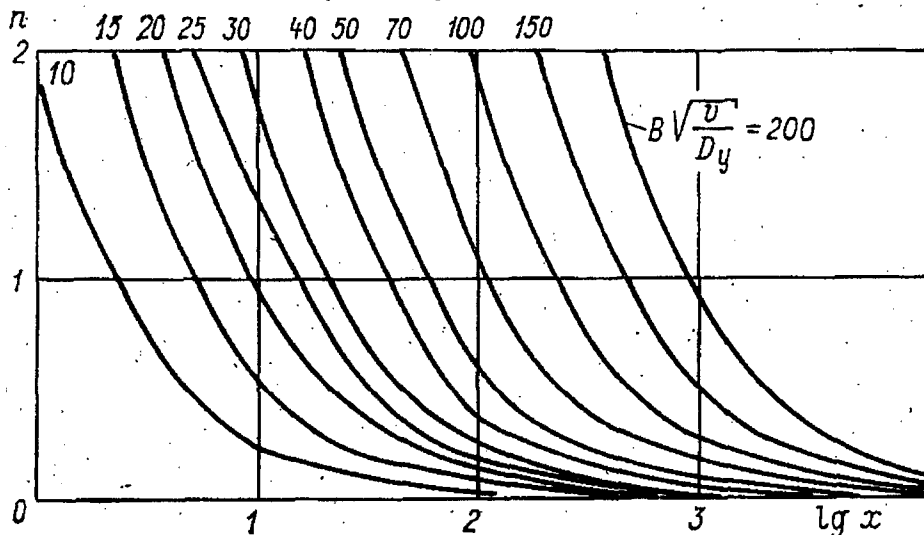


Рис. 5. Номограмма для определения максимальной концентрации загрязняющего вещества, если выпуск сточных вод находится на берегу реки.

Метод 3. Основа метода – общее дифференциальное уравнение турбулентной диффузии. При расчете по методу 3 дифференциалы ds , dx , dy и так далее заменяются конечными приращениями Δs , Δx , Δy и так далее.

При условии пространственной задачи при малых поперечных скоростях течения и стационарного во времени процесса применяется следующая формула:

$$\frac{\Delta_x s}{\Delta x} = \frac{D_{cp}}{v_{cp}} \cdot \left(\frac{\Delta_y^2 s}{\Delta y^2} + \frac{\Delta_z^2 s}{\Delta z^2} \right) \quad (23.21).$$

Расчетная область потока делится плоскостями, параллельными координатным, на расчетные клетки - элементы (параллелепипеды со сторонами Δs , Δx , Δy).

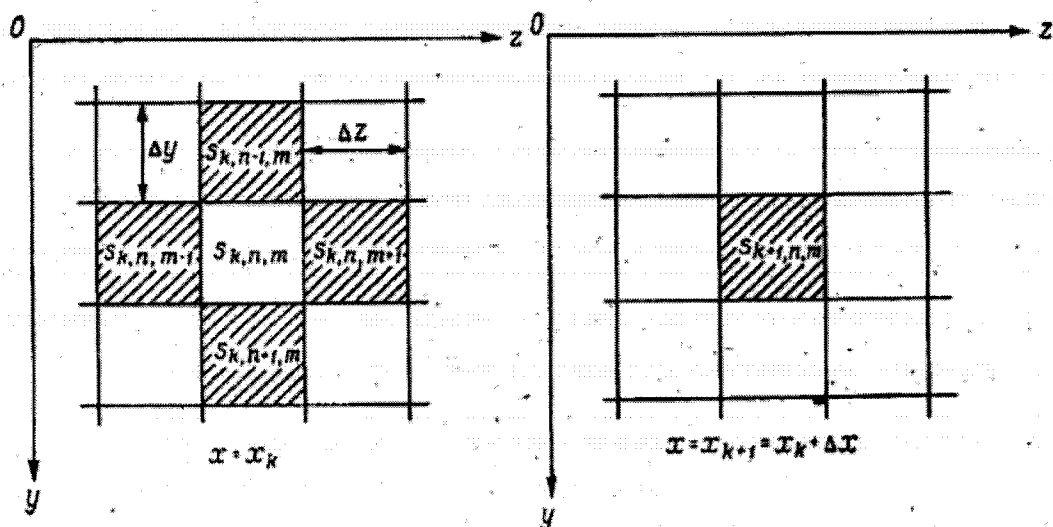


Рис. 6. Сетка к расчету турбулентной диффузии. Пространственная задача.

Рис. 6 показывает деление в плоскости yOz . Каждому элементу присваивается свой индекс по соответствующим осям координат: по оси x — k , по оси y — n , по оси z — m .

Если $\Delta y = \Delta z$, то для расчета применяется следующая формула:

$$S_{k+1,n,m} = \frac{1}{4} \cdot (S_{k,n+1,m} + S_{k,n-1,m} + S_{k,n,m+1} + S_{k,n,m-1}) \quad (23.22).$$

При обязательном выполнении соотношения между продольным и поперечным размерами расчетных элементов используется следующая формула:

$$\Delta x = \frac{v_{cp} \cdot \Delta z^2}{4D} \quad (23.23).$$

Для условий плоской задачи используется следующая формула:

$$S_{k+1,m} = \frac{1}{2} \cdot (S_{k,m-1} + S_{k,m+1}) \quad (23.24),$$

при этом значения Δx и Δz связаны формулой:

$$\Delta x = \frac{v_{cp} \cdot \Delta z^2}{2D} \quad (23.25).$$

Коэффициент D определяется по следующей формуле:

$$D = \frac{v_{\text{ср}} \cdot gH}{MC} \quad (23.26),$$

где: H — средняя глубина на рассматриваемом участке, м;

M — коэффициент, зависящий от C ;

g — ускорение свободного падения, м/с².

При $10 < C < 60$ параметр $M = 0,7C + 6$, при $C \geq 60$ параметр $M = 48 = \text{const}$.

Произведение MC имеет размерность м/с².

Когда раствор загрязняющего вещества достигает граничных поверхностей потока, для расчета диффузии используется соотношение, учитывающее особое условие у стенок.

Это условие определяется по следующей формуле:

$$\left(\frac{\partial s}{\partial z}\right)_0 = \left(\frac{\partial s}{\partial y}\right)_0 = 0 \quad (23.27),$$

которая в конечных разностях используется в виде формулы:

$$\left(\frac{\Delta s}{\Delta z}\right)_{\text{гр.пов.}} = \left(\frac{\Delta s}{\Delta y}\right)_{\text{гр.пов.}} = 0 \quad (23.28).$$

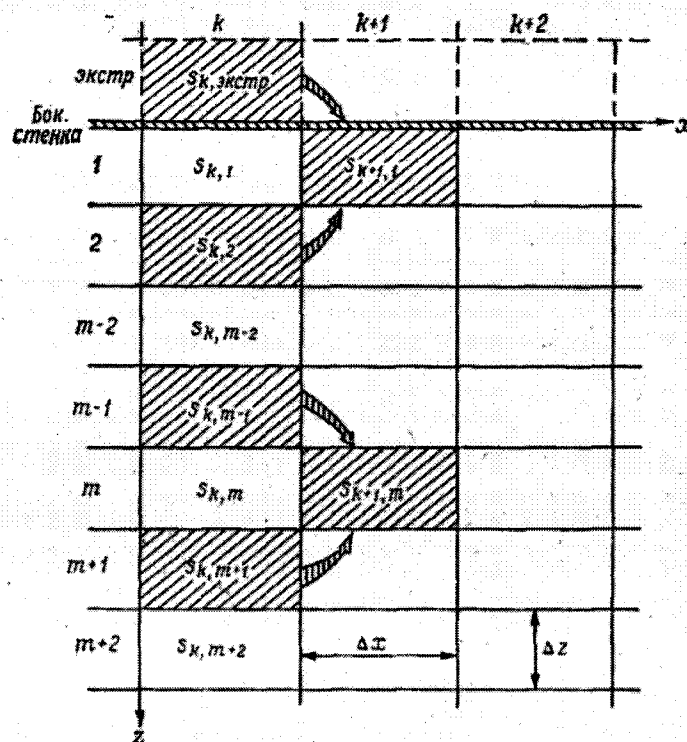


Рис. 7. Сетка к расчету турбулентной диффузии. Плоская задача.

Поле концентрации и расчетную сетку условно распространяют за пределы потока экстраполяцией концентрации за ограничивающие поток поверхности. При этом экстраполяционное значение концентрации $s_{\text{экстр}}$ в клетке, примыкающей к

внешней поверхности стенки, и значение концентрации s_i в клетке, находящейся в потоке и примыкающей к внутренней поверхности стенки на том же поперечнике, должны удовлетворять описанному выше условию, что возможно только в случае, если $s_{\text{экстр}} = s_i$. Указанное соотношение определяет правило экстраполяции концентрации раствора.

При расчете диффузии экстраполяционные значения концентрации используются как действительные.

Начальные условия учитываются при задании места выпуска сточных вод, его расхода q и концентрации выпускаемого вещества (начальной концентрации $s_{\text{ст}}$).

На плане реки (или водоема) обозначается место поступления сточных вод, через которое проводят начальный поперечник. Ниже по течению речной поток схематизируется и делится на расчетные клетки.

Скорость сточных вод $v_{\text{ст}}$, сбрасываемых в водный объект, в месте их поступления принимается равной скорости течения реки $v_{\text{ср}}$. Условная площадь поперечного сечения притока δ в месте его впадения вычисляется по следующей формуле:

$$\delta = \frac{q}{v_{\text{ср}}} \quad (23.29).$$

Если решается плоская задача и при этом выполняется расчет распределения концентрации в плане потока, то следующим этапом является определение ширины загрязненной струи потока b в начальном створе по следующей формуле:

$$b = \frac{\delta}{H_{\text{ср}}} = \frac{q}{v_{\text{ср}} H_{\text{ср}}} \quad (23.30).$$

В соответствии с величиной b назначается ширина расчетной клетки Δz . Наибольшая допустимая величина Δz при впадении сточных вод у берега находится по следующей формуле:

$$\Delta z = b = \frac{q}{v_{\text{ср}} H_{\text{ср}}} \quad (23.31).$$

При выпуске сточных вод на некотором расстоянии от берега или на середине потока используется следующая формула:

$$\Delta z = \frac{b}{2} = \frac{q}{2v_{\text{ср}} H_{\text{ср}}} \quad (23.32).$$

Если получаемые по формулам (23.25) – (23.28) настоящей Методики значения Δz очень велики ($\Delta z > \frac{1}{10}B$), то их уменьшают, чтобы выполнялось неравенство ($\Delta z > \frac{1}{10}B$). При расчете турбулентной диффузии рассматриваемую часть потока делят на клетки со сторонами $\Delta x, \Delta z$, получая расчетную сетку. Клетки, попадающие в струю притока сточных вод в начальном поперечнике, заполняются числами, выражающими начальную концентрацию, то есть концентрацию загрязняющего вещества в сточных водах $s_{\text{ст}}$, остальные клетки -

числами, выражающими концентрацию загрязняющего вещества в водотоке.

Если расчет осуществляется для приведенных значений концентрации, то соответственно на начальном створе клетки, попадающие в струю сточных вод, заполняются значениями приведенной концентрации, а остальные нулями. Далее расчет ведется по схеме, изложенной на рис. 7.

При расчете по схеме, изложенной на рис. 6, площадь поперечного сечения загрязненной струи на начальном створе определяется по следующей формуле:

$$\delta = \frac{q}{v_{\text{ср}}} \quad (23.33).$$

Площадь одной расчетной клетки, находящейся в поперечном сечении потока $\Delta\omega = \Delta y \Delta z$, вычисляется из соотношения $n_{\text{заг}} \Delta\omega = \delta$, где $n_{\text{заг}}$ — число клеток, занятых загрязненными водами; соотношение должно удовлетворять неравенству $n_{\text{заг}} \geq 4$.

Если размеры клеток получаются очень малыми, то расчет с принятым делением потока на элементы ведется до определенного створа, в котором загрязняющее вещество окажется распределенным в 20-50 клетках. После этого клетки в сечении объединяют по 2-4 (плоская задача) или по 4-9 (пространственная задача), получая новые средние значения концентрации в клетках и новые линейные размеры. Новые значения концентрации получаются как среднее арифметическое из суммы концентраций в объединяемых клетках, новые значения Δy и Δz — как Δy и Δz , увеличенные соответственно в 2-3 раза (пространственная задача), или Δz , увеличенные в 2-4 раза (плоская задача). Величина Δx после укрупнения клеток рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta x = \Delta x \mu^2 \quad (23.34),$$

где: μ — число, показывающее, во сколько раз увеличено значение Δz , после объединения клеток.

При расчетах, выполняемых последовательно от поперечника к поперечнику, получается поле концентрации на участке ниже сброса сточных вод. Данное поле представляется в виде изолиний концентраций. Изолиния концентрации загрязняющего вещества, отвечающая значению норматива качества этого вещества, является границей зоны загрязнения. Расчет позволит определить указанную зону и вычислить ее параметры.

Метод 3 применяется для расчетов разбавления как при сосредоточенных, так и при рассеивающих выпусках сточных вод. В случае рассеивающих выпусков расчет на участке от створа выпуска до створа слияния загрязненных струй ведется для одной струи. Начиная от створа слияния струй, вычисления производят для зоны, расположенной между двумя соседними выпусками и ограниченной осями двух соседних струй, и отдельно для струи, примыкающей к берегу.

В случае необходимости учета поперечных течений и неравномерности распределения глубин при расчете диффузии детальным методом применяются формулы (23.35) – (23.39) настоящей Методики.

При преобразовании основного уравнения турбулентной диффузии для получения практических схем расчета используется условие о приближенном равенстве нулю поперечных составляющих скорости v_y и v_z и для пространственной задачи, взятой при известных ограничениях, используется

следующая формула:

$$\frac{\partial s}{\partial x} = \frac{D}{v_x} \left(\frac{\partial^2 s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 s}{\partial z^2} \right) \quad (23.35),$$

решение которой выполняется методом сеток (методом конечных разностей). При использовании указанного метода учитывается внутренняя циркуляция (то есть величины v_y и v_z).

В случае, когда v_x значительно больше, чем v_y и v_z , вводится новая криволинейная ось X , направленная по траектории движения жидких частиц и определяемая относительно прежней системы координат по следующей формуле:

$$\frac{dx}{v_x(x, y, z)} = \frac{dy}{v_y(x, y, z)} = \frac{dz}{v_z(x, y, z)} \quad (23.36).$$

Заменяв переменную x в формуле (23.35) настоящей Методики переменной X , формула (23.36) настоящей Методики будет применима для некоторой ограниченной области вокруг этой новой оси в предположении, что кривизна оси X мала, а новая система координат будет принята за прямоугольную в пределах той же ограниченной области.

С целью расчета поперечный профиль потока разбивается на элементы (или клетки) $\Delta\omega = \Delta y \Delta z$. Отметив каждую клетку соответствующим индексом, прослеживается движение каждой клетки от избранного профиля вниз по течению. Когда поперечные составляющие (в первоначальной прямоугольной системе координат) скорости v_y и v_z равняются нулю, все траектории клеток параллельны и каждый элемент $\Delta\omega$ не меняет своего относительного расположения при переходе от профиля к профилю. Все поверхностные клетки остаются на поверхности, донные - у дна и так далее. При наличии поперечной циркуляции каждый элемент, кроме движения вниз по течению, совершает еще некоторое перемещение в поперечном направлении. Данное перемещение определяется поперечной составляющей скорости и вызывает изменение в относительном расположении клеток: поверхностные клетки переместятся в направлении правого берега, некоторые из них опустятся вниз и займут место нескольких донных клеток; донные клетки переместятся влево и частично выйдут на поверхность. В связи с чем клетки различных слоев, соприкасающиеся друг с другом на профиле k , на профиле $(k + 1)$, будут удалены одна от другой и будут соприкасаться уже с другими клетками.

Метод сеток в обычном виде применяется при условии выделения в потоке на достаточно коротком участке некоторой области близких друг к другу траекторий с целью нахождения для этой области средней траектории, которая приближенно принимается в качестве прямой. Пограничные условия для каждой из таких областей заключаются в том, что диффузия через ограничивающие их поверхности равна взятому со знаком минус произведению коэффициента турбулентной диффузии на производную от концентрации по нормали к этим поверхностям, то есть условия на поверхностях раздела ничем не отличаются от условий на любой произвольно взятой поверхности внутри потока.

В данном случае расстояние между расчетными профилями измеряется не по оси x , а по траектории X . Вследствие обычной малости поперечных составляющих

скорости без особой погрешности ведется отсчет по прямолинейной оси x . Учет внутренней циркуляции осуществляется путем перемещения каждой клетки по ее собственной траектории.

При выполнении расчета для короткого участка потока с прямоугольным сечением русла используется следующий расчет:

в потоке имеется внутреннее течение, являющееся следствием закругления русла, в поверхностном слое это течение направлено от левого берега к правому, в придонном слое — в противоположную сторону. На рассматриваемом участке поперечная составляющая скорости некоторого горизонтального слоя остается постоянной по длине потока и мало меняется по ширине. Используется только два слоя по глубине и равенство средних абсолютных значений поперечных составляющих скорости для каждого из них: поверхностного (v_z) и донного ($-v_z$). Восходящие ($-v_v$) и нисходящие течения (v_v) принимаются приуроченными к береговым областям. Траектории клеток поверхностного слоя для средней части потока вычисляются по следующей формуле:

$$\frac{dx}{v_x} = \frac{dz}{v_z} \quad (23.37),$$

траектория клеток донного слоя — по следующей формуле:

$$\frac{dx}{v_x} = -\frac{dz}{v_z} \quad (23.38).$$

В формулах (23.37) и (23.38) настоящей Методики функции $v(x,y,z)$ заменены средними значениями соответствующих составляющих. Полученные траектории клеток поверхностного слоя $x_{\text{пов}}$ и донного слоя $x_{\text{дон}}$ изображены на рис. 8.

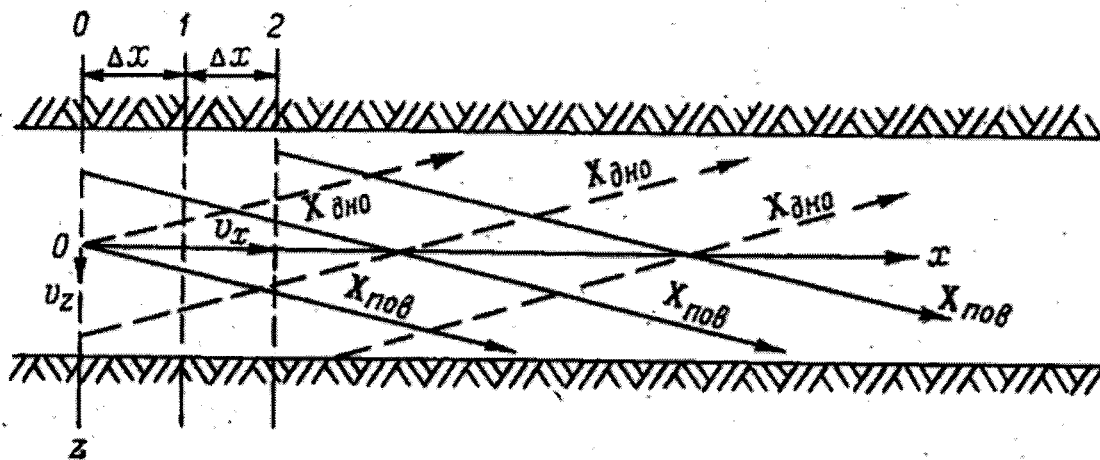


Рис.8. Расположение координатных осей в поверхностном и придонном слоях потока.

Расчет диффузии с учетом поперечной циркуляции сводится к вычислениям по следующей формуле:

$$s_{k+1,n,m} = \frac{1}{4} \cdot (s_{k,n+1,m} + s_{k,n-1,m} + s_{k,n,m+1} + s_{k,n,m-1}) \quad (23.39)$$

и последующему смещению клеток по их траекториям. Расчет диффузии и