Расчет убытков при залповом и установившемся сбросах нефтепродуктов в водный объект

Задача

На основании методики подсчета убытков, причиненных при загрязнении водных объектов, рассчитать ущерб, связанный с залповым и установившимся сбросами нефтепродуктов

Общие сведения

- Техногенные катастрофы, возникающие при эксплуатации магистральных нефтепроводов, наносят значительный ущерб природным ресурсам.
- Ущерб проявляется
  - в производственной сфере (промышленности, с/х и рыбном хозяйстве),
  - в непроизводственной (здравоохранении, ЖКХ).
- По характеру проявления ущерб, причиняемый окружающей среде,
  - прямой (видимый в случае гибели рыбы, птиц)
  - косвенный (скрытый), проявляется через значительный промежуток времени в виде:
    - снижения биологической продуктивности водного объекта,
    - потерь ценных видов животного и растительного мира,

- В связи со сложностью определения всех последствий от нарушения водного законодательства оценка убытков, причиненных нарушением, принимается по приведенным затратам, необходимым для устранения отрицательных последствий.
- Затраты, характеризующие величину причиненных убытков, определяют исходя из объема воды, загрязненной в результате сброса загрязняющих веществ и удельных приведенных затрат на очистку воды до предельно-допустимых концентраций, установленных для данной категории водного объекта.

Термины и определения

- *Убытки* — потери трудовых, материальных, финансовых и природных ресурсов, связанные с необходимостью ликвидации отрицательных последствий, связанных с нарушением водного законодательства.
- *Загрязнение водных объектов* — изменение состава воды в водных объектах под прямым или косвенным влиянием производственной или другой деятельности и бытового использования населением, в результате чего качество воды водных объектов не удовлетворяет требованиям, предъявляемым «Правилами охраны поверхностных вод».

- *Залповый сброс загрязняющих веществ* — сброс загрязняющих веществ в концентрациях, в 100 и более раз превышающих установленные.
- *Установившийся сброс загрязняющих веществ* — любой сброс, не являющийся залповым.
- *Фоновый уровень* — значение показателей качества воды водотока до поступления в него загрязняющих веществ от источника загрязнения.

Методика выпол расчетов

$$Y^{з}_{i,сн} = Y^{з}_{i}(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,сн})$$

Размер убытка в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения устанавливается по формулам 4 и 5:

$$Y^{з}_{сн} = Y^{з}\left(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} K_{i,сн}\right) \quad (1)$$ или

$$Y_{i,сн} = Y^{у}_{i}(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,сн}) \quad (2),$$

где $Y_{i,сн}^{з}$ — величина убытков в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при *залповом* сбросе i-го загрязненного вещества в водный объект, тыс. руб.

$Y_{i,сн}^{у}$ — величина убытков в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при *установившемся* сбросе i-го загрязняющего вещества в водный объект, тыс. руб. I – снять с Y.

Δp_i и α_i — масса и процент собранного загрязняющего вещества за каждый i-й промежуток времени сброса загрязнений в течение всего периода.

α_i определяется по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\Delta p \cdot 100}{p}, \ \% \qquad p = P_н \quad (3).$$

$K_{i,сн}$ — к-т снижения величины убытка при принятии мер по ликвидации последствий загрязнения, определяемые по табл. 3 в зависимости от времени, прошедшего от окончания сброса до окончания сбора массы загрязняющего вещества.

Подсчет причиненных убытков при загрязнении водных объектов при залповом сбросе загрязненных веществ:

$$Y_i^з = З_i^з \cdot K_{кат}, \quad (4);$$

при установившемся сбросе загрязняющих веществ:

$$Y_i^у = З_i^у \cdot K_{кат}, \quad (5),$$

$З_i^Y$ — величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i-го загрязняющего вещества с учетом категории водного объекта, тыс. руб.;

Y_i^Y — величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i-го загрязняющего вещества, тыс. руб. (табл. 16);

$З_i^З$ — величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i-го загрязняющего вещества, тыс. руб. (Задание);

$З_i^Y$ — величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i-го загрязняющего вещества, тыс. руб. (Задание);

$З_i^У$ и $З_i^З$ — определяется в зависимости от массы загрязняющего вещества P_i по табл. 19, 20;

$К_{кат}$ — к-т категории водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества.

- Поверхностные водоемы и водотоки, используемые для рыбохозяйственных целей, децентрализованного или недецентрализованного хозяйственного питьевого водоснабжения населения, а также водоснабжения пищевых предприятий, $К_{кат} = 1,1$
- Другие водные объекты, $К_{кат} = 0,6$

Масса сброшенных загрязняющих веществ, принимаемая для подсчета убытков от загрязнения водных объектов:

$$P_i = V_i \left(K_i^{факт} - K_i^{доп} \right) \cdot 10^{-6}, \qquad (6)$$

при $K_i^{факт} > K_i^{доп}$,

P_i — масса сброшенного i-го вида загрязняющего вещества, учитываемая при подсчете убытков, т;

V_i — объем сточных вод с превышенным содержанием i-го загрязняющего вещества, м^3; Рн * 100

$K_i^{факт}$ — средняя за период сброса концентрация i-го загрязняющего вещества в контрольной точке, фактически зафиксированная в процессе нарушения водного законодательства, мг/л (г/м^3); $C_{разл}$

$K_i^{доп}$ — допустимая концентрация i-го загрязняющего вещества в контрольной точке, мг/л (г/м^3); ПДК = 32 мг/л нефти

i — вид загрязняющего вещества.

Определение массы разлитой нефти по инструментальным наблюдениям с учетом фонового загрязнения производится по формуле:

$$P_i = (P_{пл.разл} - P_{пл.фон} \cdot S_н) \cdot 10^{-6} + (C_{разл} - C_{фон}) \cdot V \cdot 10^{-6} \quad (7)$$

P_i — масса разлитой нефти;

$P_{пл.разл.}$ — масса пленочной нефти на 1 м^2 разлива, г/м^2;

$P_{пл.фон}$ — масса пленочной нефти на 1 м^2 акватории, не подверженной влиянию разлива, г/м^2; 0.01* $P_{пл.разл.}$

$S_н$ — площадь нефтяного разлива, м^2; ($P_н$/$P_{пл.разл.}$) * 10

$C_{разл}$ — концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м, г/м^3; $P_{пл.разл.}$ * 0,01

$C_{фон}$ — концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м за время, предшествующее разливу, г/м^3; ПДК = 32 мг/л нефти

$V_н$ — объем воды, загрязненной растворенной нефтью, равен $S_н$ /1 м.

Пример решения

В результате аварии нефтепровода в водохранилище произведен залповый сброс нефтепродуктов:

$P_н$ = 130 т. За 8 суток (t = 8 × 24 = 192 ч)

после прекращения сброса было собрано ΔP = 104 т нефти, т. е. доля собранных нефтепродуктов от общего состава:

α = (104 × 100)/130 = 80 %.

При этом документами подтверждено, что за период t_1 = 6 ч после прекращения сброса собрано P_1 = 26 т

$\alpha_1 = (P_1/P_H) \cdot 100 = (26 / 130) \cdot 100\% = 20\ \%$,
за следующие 6 часов ($t_2 = t_1 + n = 12$ ч) было собрано 19 т нефти

$\alpha_2 = (P_2 / (P_H - P_1)) \cdot 100 = 18{,}3\ \%$

$\alpha_3 = ((\Delta P - P_1 - P_2) / (P_H - P_1 - P_2)) \cdot 100\%$;

$\alpha_3 = ((104 - 26 - 19) / (130 - 26 - 19) \cdot 100\% = 69{,}4\ \%$.

Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

1. Найдем по форм. 3 долю собранного загрязняющего вещества за каждый i-й промежуток времени сброса загрязнений в течение всего периода (α_1 , α_2 , α_3).

2. По табл. 3 устанавливаем к-т снижения опасности ($K_{сн}$):

при t_1 = 6 ч, $K_{сн}^{1}$ = 0,8;

при t_2 = 12 ч, $K_{сн}^{2}$ = 0,65;

при t_3 = 192 ч, $K_{сн}^{3}$ = 0,266.

1 Таблица для определения величины убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефтепродуктов ($З_н^3$)

$Р_н$,т	$З_н^3$,тыс. руб.	$Р_н$,т	$З_н^3$,тыс. руб.	$Р_н$,т	$З_н^3$,тыс. руб.
0,10	19,67	6,00	209,95	400	11970,00
0,11	20,81	7,50	247,00	450	13442,50
0,13	22,33	9,00	285,00	500	14915,00
0,16	25,65	10,00	311,60	550	16387,50
0,20	28,50	11,00	342,95	600	17850,00
0,25	32,21	13,00	402,80	650	19285,00
0,30	36,10	16,00	494,00	700	20710,00
0,35	38,67	20,00	614,65	750	22135,00
0,40	42,47	25,00	769,50	800	23560,00
0,50	47,69	30,00	916,75	900	26505,00
0,60	52,25	35,00	1068,75	1000	29450,00
0,75	58,62	40,00	1216,00	1100	32395,00
0,90	65,74	50,00	1515,25	1300	38285,00
1,00	70,30	60,00	1814,50	1500	44175,00
1,10	73,91	75,00	2261,00	1600	47120,00
1,30	82,75	90,00	2707,50	1800	53010,00
1,60	92,06	100,00	3006,75	2000	57190,00
2,00	103,08	110,00	3281,30	2500	73625,00
2,50	116,85	130,00	3904,50	3000	88350,00
3,00	133,00	160,00	4803,20	3500	103075,00
3,50	143,97	200,00	5999,25	4000	117800,00
4,00	157,70	250,00	7493,60	4500	132525,00
5,00	183,35	300,00	38987,00	5000	147250,00

Примечание: Для определения значений $З_н^3$, не вошедших в табл. 1, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями $З_н^3$.

Определение величины убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе нефтепродуктов

$Р_н$, т	$З_н^у$, тыс. руб.	$Р_н$, т	$З_н^у$, тыс. руб.	$Р_н$, т	$З_н^у$, тыс. руб.
0,10	2,66	4,00	120,36	130	82,75
0,11	2,74	5,00	13,84	160	92,06
0,13	2,89	6,00	15,18	200	103,08
0,16	3,08	7,50	17,00	250	116,85
0,20	3,30	9,00	18,64	300	133,00
0,25	3,53	10,00	19,67	350	143,45
0,30	3,74	11,00	20,81	400	157,70
0,35	3,93	13,00	22,33	500	183,35
0,40	4,09	16,00	25,65	600	209,95
0,50	4,39	20,00	28,50	750	247,00
0,75	5,29	25,00	32,21	900	285,00
0,90	5,80	30,00	36,10	1000	311,60
1,00	6,12	35,00	38,67	1100	342,95
1,10	6,42	40,00	42,47	1300	402,80
1,30	6,97	50,00	47,69	1500	495,00
1,60	7,77	60,00	52,25	1800	615,60
2,00	8,70	75,00	58,62	2000	769,50
2,50	9,75	90,00	65,74	3000	916,75
3,00	10,69	100,00	70,31	3500	1068,75
3,50	11,58	110,00	73,91	4000	1216,00
				5000	1515,25

При значениях $Р_н < 0,10$ т величину убытков ($З_н^3$) определяют (в тыс. руб.) по формуле:

$$З_н^3 = 196,7 \text{ (тыс. руб. /т)} \cdot Р_н \text{ (т)} \qquad (7).$$

3. По табл. 16 при $Р_н$ = 130 т находим

$З_н^з$ = 3904,5 тыс. руб.

4. При $К_{кат}$ = 1,1 по формуле (4) найдем величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории:

$У_н^з = З_н^з \cdot К_{кат}$ = 3904,5 · 1,1 = 4294,9 тыс. руб.

При значениях $Р_н < 0,10$ т величину убытков ($З_н^у$) определяют (в тыс. руб.) по формуле:

$$З_н^у = 26,6 \text{ (тыс. руб. /т)} \cdot Р_н \text{ (т)} \qquad (7).$$

При значениях $Р_н > 5000$ т величину убытков ($З_н^у$) определяют (в тыс. руб.) по формуле:

$$З_н^у = 0,303 \text{ (тыс. руб. /т)} \cdot Р_н \text{ (т)} \qquad (8).$$

2 Масса нефти на 1 м^2 водной поверхности при различном внешнем виде нефтяной пленки

№ п/п	Внешние признаки нефтяной пленки	Масса нефти (г) на 1 м^2 водной поверхности
1	Чистая водная поверхность без признаков опалесценции*	0
2	Отсутствие пленки и пятен, отдельные радужные полосы, наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности	0,1
3	Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды, наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности, появление первых признаков цветности	0,2
4	Пятна и пленки с яркими цветными полосами, наблюдаемые при слабом волнении	0,4
5	Нефть в виде пятен и пленки, покрывшая значительные участки поверхности воды, не разрывающаяся при волнении, с переходом цветности к тусклой мутно-коричневой	1,2
6	Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимая при волнении, цветность темная, темно-коричневая	2,4

- В зависимости от времени, прошедшего от окончания сброса до окончания сбора массы загрязняющего вещества при принятии мер по ликвидации последствий загрязнения, определяют коэффициент снижения величины убытка по табл. 3.

3 Снижение величины убытков в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения водных объектов, в зависимости от времени проведения работ

Время ликвидации загрязнения, ч*	Коэффициент снижения величины убытков, $K_{i,сн}$
До 6 включительно	0,800
более 6 до 12 включительно	0,650
12…18	0,500
18…24	0,463
24…30	0,434
30…36	0,412
36…48	0,368
48…60	0,364
60…72	0,346
72…84	0,331
84…96	0,320
96…108	0,310
108…120	0,301
120…132	0,293
132…144	0,287
144…156	0,280
156…168	0,275
168…180	0,270
180…192	0,266
192…204	0,262
204…216	0,258
216…228	0,254
228…240	0,250

*Время ликвидации загрязнения вод (t) рассчитывается как разница между временем, прошедшим с момента окончания сброса, и временем окончания ликвидации загрязнения вод.

- Затраты по возмещению нанесенных убытков относятся на результаты финансово-хозяйственной деятельности водопользователей, допустивших нарушение водного законодательства.
- Средства в возмещение убытков, причиненных нарушением водного законодательства, взыскиваются в доход государства, с использованием на проведение мероприятий по охране вод в соответствии с планами экономического и социального развития.

Задание

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_н$, т	110	160	50	75	200	140	50	75	200
t, сут	8	10	1	2	3	8	1	2	3
ΔP, т	90	130	35	50	170	110	35	50	170
t_1, ч	6	8	10	8	16	8	10	8	16
P_1, т	21	40	10	10	100	60	10	10	100
n, ч	10	15	12	16	15	14	13	12	11
P_2, т	19	40	8	10	50	30	10	15	60
Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Рн, т	100	110	120	130	140	150	160	170	180
t, сут.	6	7	7	8	8	9	9	10	10
ΔP, т	95	100	105	105	110	110	120	120	130
t1, ч	8	8	9	9	10	10	11	11	12
P1, т	25	30	30	40	40	50	50	50	60
n, ч	12	12	13	13	14	14	15	15	15
P2, т	12	16	20	20	30	30	40	50	60
Вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$P_н$, т	75	80	80	85	90	90	90	95	100
t, сут	5	5	6	6	7	7	8	9	9
ΔP, т	71	73	75	80	80	85	85	90	90
t_1, ч	12	13	13	14	14	15	15	16	16
P_1, т	35	40	40	40	50	50	50	50	50
n, ч	20	20	21	16	15	14	13	12	11