

Министерство образования и науки Российской Федерации

КУМЕРТАУСКИЙ ФИЛИАЛ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(Кумертауский филиал ГОУ ОГУ)

Кафедра общих математических и естественнонаучных дисциплин

С.В. Нурмиева

Методические указания к практическим работам  
по дисциплине  
«Экология городской среды»

для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального  
образования по направлению подготовки  
270000- Архитектура и строительство  
специальности 270105.65-Городское строительство и хозяйство

Рекомендовано к изданию Научно-методическим советом Кумертауского  
филиала ГОУ ОГУ

Кумертау  
2011

УДК 574  
ББК 20.1я73

**Нурмиева С.В.**

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Экология городской среды» /С.В. Нурмиева;- Кумертау: Кумертауский филиал ГОУ ОГУ, 2011. – 63 с.

Методические указания предназначены для проведения практических работ по дисциплине «Экология городской среды» для студентов специальности 270105.65-Городское строительство и хозяйство очной формы обучения.

Методические указания содержат основные принципы и методы определения предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязнителей в воздушный бассейн, количества антропогенных загрязнений, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта. Приведены задачи по определению ПДВ и примеры их решения. Представлены методики определения качества воды и почвы.

Данные методические указания рассмотрены на заседании кафедры общих математических и естественнонаучных дисциплин «31»августа 2011г., протокола №1 и рекомендованы к изданию решением научно-методического совета Кумертауского филиала ГОУ ОГУ, протокол № 1, от «23» сентября 2011г.

© Нурмиева С.В. 2011

© Кумертауский филиал ГОУ ОГУ, 2011

## Содержание

	с.
Введение	4
Практическая работа №1 - Санитарно-гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха	5
Практическая работа №2- Расчёт платежей за нормативный и сверхнормативный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду	12
Практическая работа №3- Нормирование качества природных водных объектов	16
Практическая работа №4- Оценка качества воды	23
Практическая работа №5- Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водный объект	31
Практическая работа №6- Оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами	36
Практическая работа №7- Расчет платы за ущерб от загрязнения земель	45
Список рекомендуемой литературы	50
Приложение	52

## Введение

Методические указания предназначены для студентов специальности 270105.65-Городское строительство и хозяйство, изучающих дисциплину «Экология городской среды» в VIII семестре.

Практические работы в объеме 16 часов составлены в соответствии с программой учебной дисциплины. Практическая работа является видом учебного занятия, формирующая у студентов практические навыки по дисциплине, и способствующая развитию творческого мышления.

№	Наименование практических работ	Количество часов
1	Санитарно-гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха	4
2	Расчёт платежей за нормативный и сверхнормативный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду	2
3	Нормирование качества природных водных объектов	2
4	Оценка качества воды	2
5	Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водный объект	2
6	Оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами	2
7	Расчет платы за ущерб от загрязнения земель	2
<b>Итого</b>		<b>16</b>

Методические указания содержат инструкции по выполнению практических работ, список рекомендуемой литературы, справочные данные.

## Практическая работа №1

### Санитарно-гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха

*Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест* – гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного санитарного врача Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.

ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – это концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

*Лимитирующий (определяющий) показатель вредности* (ЛПВ) характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.) и резорбтивное (рез.). Под *рефлекторным* действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей – ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.д. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой (20-30–минутная) ПДК (ПДК<sub>м.р.</sub>). Под *резорбтивным* действием понимают возможность развития общетоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности его вдыхания.

Помимо максимальной разовой предельно допустимой концентрации, временной интервал воздействия которой строго ограничен, разработаны так же среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>с.с.</sub>) и рабочей зоны (ПДК<sub>р.з.</sub>). Предельно допустимая концентрация среднесуточная соответствует такой величине содержания загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, при которой не оказывается негативного влияния на здоровье населения, на все его группы (половые, возрастные, здоровья) при неограниченной длительности вдыхания воздуха, содержащего указанные вещества. В рабочей же зоне находятся люди работоспособного возраста, прошедшие медицинское обследование, что позволяет им без вреда для собственного здоровья переносить более высокие концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 1.1 - ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

<i>Вещество</i>	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>			ЛПВ	Класс опасности
	ПДК <sub>м.р.</sub>	ПДК <sub>с.с.</sub>	ПДК <sub>р.з.</sub>		
Азота оксид	0,4	0,06	3,0	рефлекторный	3
Азота диоксид	0,085	0,04	2,0	рефлекторно-резорбтивный	2
Аммиак	0,2	0,04	20,0	- "-	4
Ацетальдегид	0,01	-	5,0	резорбтивный	3
Бензол	1,5	0,8	5,0	- "-	2
Бенз(а)пирен	-	0,000001	1,5·10 <sup>-4</sup>	- "-	1
Бензин нефтяной малосернистый (в пересчете на С)	5	1,5		рефлекторно-резорбтивный	4
Диоксид серы	0,5	0,05	10,0	рефлекторно-резорбтивный	3
Мазутная зола теплоэлектростанций в пересчете на ванадий	-	0,002	0,5	резорбтивный	4
Пентоксид ванадия	-	0,002	0,5	- "-	1
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	6,0	- "-	3
Ртуть металлическая	-	0,0003	0,01	- "-	1
Сероводород	0,008	0,008	10,0	рефлекторный	2
Серовуглерод	0,03	0,005		резорбтивный	2
Углерода оксид	5,0	3,0	20,0	- "-	4
Угольная зола	0,05	0,02	-	- "-	2

теплоэлектростанции					
Фенол	0,01	0,003	0,3	рефлекторно-резорбтивный	2
Формальдегид	0,035	0,003	0,5	- "-	2
Фтороводород	0,02	0,005	0,5	- "-	2
Хлор	0,1	0,03	1,0	- "-	2
Этанол	5,0	5,0	1000	рефлекторный	4

Оценка степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ проводится двумя часто используемыми способами: по индексу загрязнения атмосферы  $I$  (ИЗА) и комплексному показателю загрязнения атмосферного воздуха ( $P$ ).

Расчет ИЗА выполняется, как правило, для пяти веществ, нормированное содержание которых в атмосферном воздухе максимально. Расчет нормированного содержания для одного вещества проводится по формуле:

$$I_i = \frac{q_{cp.i} \cdot k_i}{ПДК_{cc.i}} \quad (1.1)$$

где  $q_{cp.i}$  – среднее содержание  $i$ -го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, мг/м<sup>3</sup>;

$ПДК_{cc.i}$  - предельно допустимая среднесуточная концентрация  $i$ -го вещества, мг/м<sup>3</sup> (табл.1.1);

$k_i$  - безразмерный коэффициент, учитывающий принадлежность к разным классам опасности.

Значение  $k_i$

$k_i$	0,85	1,0	1,3	1,5
Класс опасности	4	3	2	1

Далее отбираются пять веществ с максимальными значениями нормированного параметра  $I_i$ . Расчет ИЗА проводится по этим веществам в соответствии с формулой:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^5 \frac{q_{cp.i} \cdot k_i}{\text{ПДК}_{CCi}} \quad (1.2.)$$

В соответствии со значениями ИЗА установлена качественная характеристика загрязнения атмосферного воздуха:

менее 5 – удовлетворительная обстановка,

6-15 – относительно напряженная,

16-50 – существенно напряженная,

51-100 – критическая,

более 100 – катастрофическая обстановка.

Данный способ оценки качества атмосферного воздуха в достаточной степени условен и ориентирован в основном на получение сравнительных характеристик загрязнения.

При загрязнении воздуха чаще проявляется эффект неполной суммации, который следовало бы принимать во внимание при оценке качества воздуха. В расчете значений комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха ( $P$ ) эффект частичной суммации учитывается с помощью коэффициента  $\sqrt{n}$ , где  $n$  – число веществ в смеси.

*Комплексный показатель  $P$*  рассчитывается следующим образом:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2} \quad (1.3)$$

где  $\sum K_i^2$  - сумма квадратов концентраций, нормированных по ПДК и приведенных к концентрациям веществ 3-го класса опасности с использованием коэффициента изоэффективности  $R_i$ :

$R_i$	0,87	1,0	1,3	2,3
Класс опасности	4	3	2	1

При значениях  $K_i$  для 1-го класса опасности более 2,5; для 2-го – более 5, для 3-го – более 8 и для 4-го – более 11 приведение к 3-му классу осуществляется с применением других коэффициентов изоэффективности:

$R_i$	0,7	1,0	1,6	3,2
Класс опасности	4	3	2	1

Значение  $K_i$  определяется следующим образом:

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \cdot R_i \quad (1.4)$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$R_i$  – коэффициент изоэффективности  $i$ -го вещества.

Степень загрязнения атмосферного воздуха по комплексному показателю оценивается в соответствии с табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Оценка степени среднегодового загрязнения атмосферы

Уровень загрязнения	Показатель $P$ в зависимости от числа веществ				
	1	2-4	5-9	10-16	16-25
Допустимое	≤ 1	2	3	4	5
Слабое	1-2	2-4	3-6	4-8	8-10
Умеренное	2-4	4-8	6-12	9-16	10-20
Сильное	4-8	8-16	12-24	16-32	20-40
Зона чрезвычайной экологической ситуации	8-16	16-32	24-48	32-64	40-80
Зона экологического бедствия	> 16	> 32	> 48	> 64	> 80

**Пример.** Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид азота – 0,056

мг/м<sup>3</sup>; бенз(а)пирен – 0,0008 мкг/м<sup>3</sup>; диоксид серы – 2,5 мг/м<sup>3</sup>; оксид углерода – 2,7 мг/м<sup>3</sup>; бензол 0,2 мг/м<sup>3</sup>; свинец  $3,4 \cdot 10^{-4}$  мг/м<sup>3</sup>; пыль 0,63 мг/м<sup>3</sup>.

### Решение.

Рассчитаем нормированное содержание для каждого загрязнителя по формуле

$$I_i = \frac{q_{ср.i} \cdot k_i}{ПДК_{сс.i}}$$

$$I_{NO_2} = \frac{0,056 \cdot 1,3}{0,04} = 1,82$$

$$I_{SO_2} = \frac{2,5 \cdot 1}{0,05} = 50$$

$$I_{Б(А)П} = \frac{0,0008 \cdot 1,5}{0,001} = 1,2$$

$$I_{CO} = \frac{2,7 \cdot 0,85}{3,0} = 0,765$$

$$I_{бензол} = \frac{0,2 \cdot 1,3}{0,1} = 2,6$$

$$I_{Pb} = \frac{3,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5}{3,0 \cdot 10^{-4}} = 1,7$$

$$I_{пыль} = \frac{0,63 \cdot 1}{0,5} = 1,26$$

Из рассчитанных нормированных параметров выбираем пять веществ с максимальным значением  $I$ , т.е. диоксид серы, свинец, диоксид азота, бензол и пыль, и рассчитываем ИЗА:

$$ИЗА = I_{SO_2} + I_{Pb} + I_{NO_2} + I_{бензол} + I_{пыль} = 50 + 1,9 + 1,82 + 2,6 + 1,26 = 59,58$$

В соответствии со значением ИЗА состояние загрязнения атмосферного воздуха – **критическое**, что отвечает зонам ЧЭС.

### Задания для самостоятельной работы

1. Что понимают под рефлекторным действием? Резорбтивным действием?

2. Что такое ИЗА? Как он рассчитывается?

3. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: оксид азота – 0,47 мг/м<sup>3</sup>; аммиак – 0,038 мкг/м<sup>3</sup>; диоксид серы – 1,2 мг/м<sup>3</sup>; оксид углерода – 2,7 мг/м<sup>3</sup>; бензол 0,8 мг/м<sup>3</sup>; пыль 0,61 мг/м<sup>3</sup>; диоксид азота 0,05 мг/м<sup>3</sup>.

4. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид азота –  $0,027 \text{ мг/м}^3$ ; диоксид серы –  $0,057 \text{ мг/м}^3$ ; оксид углерода –  $4,2 \text{ мг/м}^3$ ; бенз(а)пирен  $0,0005 \text{ мг/м}^3$ ; свинец  $4 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$ ; пыль  $1,3 \text{ мг/м}^3$ .

5. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: сероводород –  $5 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3$ ; бенз(а)пирен –  $0,0002 \text{ мкг/м}^3$ ; диоксид серы –  $0,37 \text{ мг/м}^3$ ; оксид азота –  $0,69 \text{ мг/м}^3$ ; бензол  $0,8 \text{ мг/м}^3$ ; пыль  $0,24 \text{ мг/м}^3$ .

6. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид серы –  $0,5 \text{ мг/м}^3$ ; оксид углерода –  $1,2 \text{ мг/м}^3$ ; бензол  $0,002 \text{ мг/м}^3$ ; свинец  $0,7 \cdot 10^{-4} \text{ мг/м}^3$ ; пыль  $1,6 \text{ мг/м}^3$ ; диоксид азота –  $0,006 \text{ мг/м}^3$ ; бенз(а)пирен –  $0,0003 \text{ мкг/м}^3$ ; оксид азота  $0,022 \text{ мг/м}^3$ .

7. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: пыль  $0,82 \text{ мг/м}^3$ ; сероводород  $1 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3$ ; диоксид азота –  $0,09 \text{ мг/м}^3$ ; бенз(а)пирен –  $0,001 \text{ мкг/м}^3$ ; диоксид серы –  $1,9 \text{ мг/м}^3$ ; оксид углерода –  $1,8 \text{ мг/м}^3$ ; бензол  $0,01 \text{ мг/м}^3$ .

8. Что такое комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха? Как он определяется?

9. При каких значениях комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха территории относят к зонам чрезвычайной экологической ситуации? К зонам экологического бедствия?

10. ПДК максимально разовая  $\text{SO}_2$  составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Какой может быть (больше или меньше) ПДК для рабочей зоны?

11. ПДК максимально разовая  $\text{SO}_2$  составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Какой может быть (больше или меньше) ПДК среднесуточная?

12. ПДК максимально разовая для летучей золы составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Какой может быть (больше или меньше) ПДК для рабочей зоны?

13. ПДК максимально разовая для летучей золы составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Какой может быть (больше или меньше) ПДК среднесуточная?

14. Максимальная разовая ПДК для  $\text{CO}$  составляет  $5 \text{ мг/м}^3$ , какой будет среднесуточная концентрация этого вещества: 1)  $3 \text{ мг/м}^3$ ; 2)  $6 \text{ мг/м}^3$ ; 3)  $7 \text{ мг/м}^3$ ; 4)  $10 \text{ мг/м}^3$ ; 5) такая же?

15. Максимальная разовая ПДК для аммиака составляет  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , какой будет среднесуточная концентрация этого вещества: 1)  $0,3 \text{ мг/м}^3$ ; 2)  $0,5 \text{ мг/м}^3$ ; 3)  $0,04 \text{ мг/м}^3$ ; 4)  $1,0 \text{ мг/м}^3$ ; 5) такая же?

16. Среднесуточная ПДК для СО составляет  $3,0 \text{ мг/м}^3$  какой будет ПДК рабочей зоны для этого загрязняющего вещества: 1)  $3,0 \text{ мг/м}^3$ ; 2)  $20,0 \text{ мг/м}^3$ ; 3)  $1,0 \text{ мг/м}^3$ ; 4)  $0,5 \text{ мг/м}^3$ ; 5)  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ?

17. Какое из перечисленных веществ является наиболее токсичным для человека: 1) диоксид азота; 2) азот; 3) углекислый газ; 4) диоксид серы; 5) все токсичны в равной степени?

## Практическая работа №2

### Расчёт платежей за нормативный и сверхнормативный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду

Плата за негативное воздействие на окружающую среду выбросами от энергетических установок подразделяется на:

- плату за допустимые выбросы;
- плату за выбросы, превышающие допустимые.

*Плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы* выбросов (ПДВ), исчисляется по формуле:

$$P_{\text{Н}}^{\text{атм.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{Н}i}^{\text{атм.}} \cdot M_i^{\text{атм.}} \quad 0 < M_i^{\text{атм.}} \leq M_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}, \quad (2.1)$$

где  $M_i^{\text{атм.}}$  - фактический выброс  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}$  - предельно допустимый выброс (ПДВ)  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$C_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}$  - ставка платы за выброс 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества в пределах ПДВ, руб., соответствующая –  $N_{\text{БН}i}^{\text{атм.}}$  (табл. 2.1), базовому нормативу платы за выброс 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДВ

**Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (ВСВ):**

$$P_{Л}^{атм.} = \sum_{i=1}^n C_{Лi}^{атм.} \cdot (M_i^{атм.} - M_{Hi}^{атм.}) \text{ при } M_{Hi}^{атм.} < M_i^{атм.} \leq M_{Лi}^{атм.}, \quad (2.2)$$

где  $M_i^{атм.}$  - фактический выброс  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$M_{Hi}^{атм.}$  - предельно допустимый выброс (ПДВ)  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$M_{Лi}^{атм.}$  - выброс загрязняющих веществ в пределах установленного лимита, т;

$C_{Лi}^{атм.}$  - ставка платы за выбросы 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, в рублях, причем

$$C_{Лi}^{атм.} = 5 \cdot N_{BH_i}^{атм.}.$$

**Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ в атмосферу:**

$$P_{СЛ}^{атм.} = \sum_{i=1}^n C_{СЛi}^{атм.} \cdot (M_i^{атм.} - M_{Лi}^{атм.}) \text{ при } M_i^{атм.} > M_{Лi}^{атм.}, \quad (2.3)$$

где  $C_{СЛi}^{атм.}$  - ставка платы за выбросы 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества сверх установленных лимитов, в рублях, при соотношении

$$C_{СЛi}^{атм.} = 5 \cdot 5 \cdot N_{BH_i}^{атм.}.$$

Плата за загрязнение атмосферного воздуха отдельно взятым веществом может быть представлена в следующем виде:

$$P^{атм.} = (C_H^{атм.} \cdot M_H^{атм.} + C_{Л}^{атм.} \cdot (M_{Л}^{атм.} - M_H^{атм.})). K_{Э}^{атм.} \cdot K_{И} \quad (2.4)$$

Общая плата за загрязнение атмосферного воздуха определяется по формуле:

$$P_{общ.}^{атм.} = (P_H^{атм.} + P_{Л}^{атм.} + P_{СЛ}^{атм.}) \cdot K_{Э}^{атм.} \cdot K_{И}, \quad (2.5)$$

где  $K_9^{атм.}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в рассматриваемом регионе (табл. 3 Приложения);

$K_{II}$  - коэффициент индексации платы (коэффициент индексации платы в 2010 году составляет 1,79 к уровню 2003 г. и 1,46 к уровню 2005 г., для диоксида серы установлен понижающий коэффициент – 1,21).

Помимо основных коэффициентов при учете платежей вводится дополнительный коэффициент 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов и дополнительный коэффициент 2 для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия (приложение 2 к Постановлению от 12 июня 2003 г. № 344).

Таблица 2.1 - Нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Наименование загрязняющих веществ	Норматив платы за выброс 1 тонны вещества, руб.	
	в пределах ПДВ, Нб <sub>нi</sub>	в пределах установленных лимитов, Нб <sub>лi</sub>
Аммиак NH <sub>3</sub>	52	260
Бенз(а)пирен	2049801	10249005
Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	1,2	6,0
Бензол	21	105
Диоксид азота NO <sub>2</sub>	52	260
Диоксид серы SO <sub>2</sub>	21	105
Летучая зола -углей Подмосковного, Кузнецкого		

и Экибастузского бассейнов	7	35
-прочих углей	103	515
Мазутная зола в пересчете на ванадий $M_V \approx 0,5 \cdot M_{ЛЗ}^*$	1025	5125
Оксид углерода (СО)	0,6	3
Сажа без примесей	41	205
Сероводород (H <sub>2</sub> S)	257	1285
Фенол	683	3415
Фтороводород (HF)	410	2050

**Пример 1.** Выбросы Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС) по оксиду серы SO<sub>2</sub> в среднем составляют 70 000 т/год. Определите плату за выброс из предположения, что выбросы не превышают размеров ПДВ.

**Решение.** Учитывая, что коэффициент экологической ситуации и экологической значимости для Северо-Кавказского экономического региона составляет 1,6 (Приложение, табл. 3), а коэффициент индексации платы для диоксида серы равен 1,21, производим вычисления в соответствии с формулой 2.5:

$$П = 70\,000 \text{ т} \cdot 21 \text{ руб./т} \cdot 1,21 \cdot 1,6 = 2845920 \text{ руб.}$$

Для справки: на НчГРЭС валовый выброс загрязняющих веществ (предприятие 1 класса опасности) в 2009 г. составил 98,257 тыс. т/год (93,8% от всех выбросов от стационарных источников города)

НчГРЭС - третья по мощности и вторая по объему выбросов загрязняющих веществ; 1% всех выбросов в РФ и более 50% - в Ростовской области. На Новочеркасск приходится 99%.

**Пример 2.** Выбросы предприятия оборонного промышленного комплекса (ОПК), расположенного в Московской области, фактически составили: по диоксиду серы - 15 т/год; по диоксиду азота - 8 т/год; по летучей золе - 36 т/год; по бенз(а)пирену - 1,5 кг/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 10 т/год; по диоксиду азота - 5 т/год; по летучей золе - 45 т/год; по бенз(а)пирену - 1 кг/год. Превышение

предельно допустимых величин является временно согласованным нормативом для указанного предприятия. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на ОПС.

**Решение.** Воспользуемся формулой 2.4:

$$P^{атм.} = (C_H^{атм.} \cdot M_H^{атм.} + C_L^{атм.} \cdot (M_L^{атм.} - M_H^{атм.})) \cdot K_{\text{э}}^{атм.} \cdot K_{II}$$

$$P(\text{SO}_2) = (21 \cdot 10 + 5 \cdot 105) \cdot 1,9 \cdot 1,21 = 1689,77 \text{ руб.}$$

$$P(\text{NO}_2) = (52 \cdot 5 + 3 \cdot 260) \cdot 1,9 \cdot 1,79 = 3537,04 \text{ руб.}$$

$$P(\text{л.з.}) = 36 \cdot 103 \cdot 1,9 \cdot 1,46 = 10285,99 \text{ руб.}$$

$$P \text{ б(а)п} = (2049801 \cdot 0,001 + 10249005 \cdot 0,005) \cdot 1,9 \cdot 1,46 = 147839,85 \text{ руб.}$$

$$P \text{ общ.} = 1689,77 + 3537,04 + 10285,99 + 147839,85 = 163352,65 \text{ руб.}$$

### **Задачи для самостоятельного решения**

1. Выбросы предприятия фактически составили: по диоксиду серы - 35 т/год; по диоксиду азота - 38 т/год; по летучей золе - 106 т/год; по аммиаку - 0,8 кг/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 15 т/год; по диоксиду азота - 25 т/год; по летучей золе - 59 т/год; по аммиаку – 0,1 кг/год. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на ОПС.

2. Выбросы предприятия фактически составили: по диоксиду серы - 23 т/год; по диоксиду азота - 7 т/год; по летучей золе - 69 т/год; по оксиду углерода - 89 т/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 8 т/год; по диоксиду азота - 4 т/год; по летучей золе - 45 т/год; по оксиду углерода - 18 т/год. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на ОПС.

## **Практическая работа №3**

### **Нормирование качества природных водных объектов**

#### **3.1. Условия выпуска сточных вод в водоемы**

Условия выпуска сточных вод в водоемы определяются Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Согласно этим правилам для веществ, загрязняющих водные объекты, установлено раздельное нормирование в зависимости от категории водопользования.

Существует два основных типа водопользования: 1) для нужд населения (I категория – хозяйственно-питьевых нужд, пищевой промышленности и II категория – для коммунально-бытовых целей, т.е. плавание, занятие спортом и т.п.); 2) для рыбохозяйственных нужд (I категория – для обеспечения сохранения и воспроизводства особо ценных пород рыб, чувствительных к содержанию кислорода в воде и II категория – для других видов рыб и водных промысловых организмов).

Общие требования к составу и свойствам воды в водоемах после выпуска в них сточных вод, подвергшихся необходимой очистке, приводятся в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Допустимые изменения состава воды в водоемах после выпуска в них сточных вод

Показатели воды после выпуска в них сточных вод	Требования к составу воды в водоеме			
	Хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Рыбохозяйственного назначения	
	Категории		Категории	
	I	II	I	II
Взвешенные вещества, мг/л	Допускается увеличение не более, чем на 0,25                      0,75                      0,25                      0,75			
Растворенный кислород, мг/л	≥ 4		≥ 6	
БПК*, мг/л	Не должно превышать 3                      6                      3                      6			

\*БПК – биохимическое потребление кислорода. Служит количественным показателем загрязненности воды органическими веществами, которые способны к биохимическому окислению в присутствии растворенного кислорода. БПК не эквивалентна общей концентрации органического вещества в воде. Такой концентрации эквивалентна химическая потребность воды в кислороде (ХПК) и только в том случае, если

данное вещество может окисляться бихроматом. БПК составляет лишь часть ХПК: для одних веществ, большую, для других - меньшую. Для веществ, не способных к биохимическому окислению (биохимически жестких), БПК вообще равна нулю при достаточной большой ХПК.

Предельно допустимая концентрация того или иного вещества в водоеме устанавливается по тому признаку вредного действия (влияние на здоровье населения, на органолептическое или общесанитарное состояние водоема), который характеризуется меньшей пороговой концентрацией. Так как этот признак вредности определяет характер наиболее вероятного неблагоприятного действия наименьших концентраций вещества, он получил название лимитирующего признака вредности (ЛПВ). Лимитирующий признак вредности должен всегда сопровождать предельно допустимую концентрацию, характеризуя ее с основной качественной стороны (табл. 2.2 и 2.3).

Таблица 3.2 - Предельно допустимые концентрации вредных химических веществ в воде водных объектов, используемых для нужд населения (ГН 2.1.5.1315-03)

Наименование ингредиента	ЛПВ	ПДК, мг/л	Класс опасности
Нефтепродукты (нефть многосернистая)	Органолептический	0,1	4
Железо ( $Fe^{2+}$ )	----"----	0,3	3
Медь ( $Cu^{2+}$ )	----"----	1,0	3
Марганец ( $Mn^{2+}$ )	----"----	0,1	3
СПАВ (алкилсульфонаты)	----"----	0,5	3
Хром ( $Cr^{3+}$ )	Санитарно-токсикологический	0,5	3
Фенол	Органолептический	0,001	
Кобальт ( $Co^{2+}$ )	Санитарно-токсикологический	0,1	2

Никель (Ni <sup>2+</sup> )	----"----	0,02	2
Метанол	----"----	3,0	2
Азот нитратов (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	----"----	45	3
Свинец (Pb <sup>2+</sup> )	----"----	0,01	2
Формальдегид	----"----	0,05	2
Азот аммиака	Органолептический	1,5	4
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	Общесанитарный	1,0	3
Молибден	Санитарно-токсикологический	0,25	2
Мышьяк	----"----	0,01	1
Натрий	----"----	200	2
Азот нитритов (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	----"----	3,3	2
Пероксид водорода	----"----	0,1	2
Ртуть	----"----	0,0005	1
Кадмий	----"----	0,001	2
Сульфаты	Органолептический	500	4
Хлориды	----"----	350	4

Таблица 3.3 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей

Наименование ингредиента	ЛПВ	ПДК, мг/л
Азот аммиака	Токсикологический	0,05
Азот нитритов	----"----	0,08
Кобальт (Co <sup>2+</sup> )	----"----	0,01
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	----"----	0,001
Железо (общее)	----"----	0,1

Никель (Ni <sup>2+</sup> )	----”----	0,01
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	----”----	0,01
Марганец	----”----	0,01
Метанол	----”----	0,1
Свинец	----”----	0,1
Формальдегид	----”----	0,1
СПАВ (алкилсульфонаты)	----”----	0,5
Сульфаты	----”----	100
Хром (III)	----”----	0,07
Азот нитратов	Санитарно- токсикологический	40
Хлориды	Санитарно- токсикологический	300
Нефтепродукты	Рыбохозяйственный	0,05

Научно обоснован принцип гигиенического нормирования при одновременном присутствии в воде нескольких вредных веществ. Вещества одного ЛПВ проявляют аддитивное действие. Это означает, что общее воздействие двух или нескольких веществ одного ЛПВ (содержащихся в предельно допустимой концентрации каждое) будет таким же, как если бы какое-нибудь из них, присутствуя в воде в единственном числе, содержалось в двух или нескольких ПДК.

Для веществ одного ЛПВ, относящихся к 1 и 2 классам опасности при хозяйственно-питьевом и коммунально-бытовом водопользовании, сумма отношений концентраций ( $C_1, C_2 \dots C_n$ ) каждого из веществ в контрольном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы. Для всех нормированных веществ при рыбохозяйственном водопользовании при поступлении в водные объекты нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности и с учетом примесей, поступающих в водный объект от вышерасположенных источников, сумма отношений

концентраций ( $C_1, C_2 \dots C_n$ ) каждого из веществ в контрольном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы, т. е.:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1.$$

Выше перечисленные состав и свойства воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования должны соответствовать нормативным требованиям в створе, расположенном на водотоках в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания организованного отдыха, территория населенного пункта и т. д.). Состав и свойства воды рыбохозяйственных водоемов должны удовлетворять рыбохозяйственным требованиям в створе, определяемом в каждом конкретном случае органами рыбоохраны, но не далее, чем в 500 м от места выпуска сточных вод.

**Пример.** В воде водного объекта рыбохозяйственного назначения обнаружены нефтепродукты в концентрации 0,125 мг/л и СПАВ в количестве 0,215 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

**Решение.** Из табл. 3.3. очевидно, что нефтепродукты и СПАВ не относятся к одному ЛПВ. ПДК(нефт.) = 0,05 мг/л, ПДК (СПАВ) = 0,5 мг/л. При поступлении в водоем загрязняющих веществ, не относящихся к одному ЛПВ, отношение концентраций каждого из веществ в расчетном створе к соответствующим ПДК не должно превышать единицы, т.е.  $C(\text{нефт.})/\text{ПДК}(\text{нефт.}) \leq 1$  и  $C(\text{СПАВ})/\text{ПДК}(\text{СПАВ}) \leq 1$ .

Проверим, выполняется ли это условие:

$$C(\text{нефт.})/\text{ПДК}(\text{нефт.}) = 0,125/0,05 = 2,5.$$

$$C(\text{СПАВ})/\text{ПДК}(\text{СПАВ}) = 0,215/0,5 = 0,43.$$

Следовательно, такое содержание примесей нефтепродуктов с точки зрения санитарно-гигиенических требований недопустимо, а содержание примесей СПАВ – допустимо.

### Задачи для самостоятельного решения

1. В воде водного объекта, используемого для рыбохозяйственных целей, обнаружены цинк в концентрации 0,007 мг/л и азот аммиака в

концентрации 0,0012 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

2. В воде водного объекта хозяйственно-питьевого назначения обнаружены азот нитритов в концентрации 1,5 мг/л и СПАВ в количестве 0,5 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

3. В воде водного объекта хозяйственно-питьевого назначения обнаружены железо в концентрации 0,15 мг/л и медь в концентрации 0,65 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

4. В воде водного объекта, используемого для рыбохозяйственных целей, обнаружены азот нитритов в концентрации 0,007 мг/л и азот аммиака в концентрации 0,0025 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

5. В водоем сбрасываются сточные воды, содержащие СПАВ и медь с одинаковой концентрацией. Каким будет соотношение концентраций этих веществ в створе полного смешения?

6. В воде водного объекта, используемого для рыбохозяйственных целей, обнаружены марганец в концентрации 0,005 мг/л и железо в концентрации 0,045 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

7. В воде водного объекта хозяйственно-питьевого назначения обнаружены железо в концентрации 0,2 мг/л и медь в концентрации 0,75 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

8. В воде водного объекта, используемого для рыбохозяйственных целей, обнаружены формальдегид в концентрации 0,047 мг/л и метанол в концентрации 0,025 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

9. В воде водного объекта хозяйственно-питьевого назначения обнаружены железо в концентрации 0,07 мг/л, марганец в концентрации 0,04 мг/л и медь в концентрации 0,75 мг/л. Допустимо ли такое содержание примесей с точки зрения санитарно-гигиенических требований?

10. ПДК нефтепродуктов для водоемов хозяйственно-питьевого назначения составляет 0,1 мг/л, при какой концентрации нефтепродуктов в водном объекте уровень экологического риска для здоровья людей будет минимальный: 1) 1,0 мг/л; 2) 10,0 мг/л; 3) 0,1 мг/л; 4) 0,05 мг/л; 5) 0,01 мг/л?

#### Практическая работа №4

##### Оценка качества воды

Существует несколько способов оценки качества воды в зависимости от вида водопользования: оценка состояния поверхностных вод, гигиеническая классификация поверхностных водных объектов культурно-бытового назначения по степени загрязнения, гигиеническая классификация подземных вод по степени влияния техногенного фактора и правила таксации вод для установления их рыбохозяйственной ценности.

**Индекс загрязнения воды (ИЗВ)** применяется для оценки состояния поверхностных водных объектов в системе Росгидромета. Оценка базируется на анализе нормированных к ПДК значений содержания загрязняющих веществ в воде. При расчете индекса используется шесть компонентов загрязнителей. В качестве обязательных показателей рассматриваются биохимическое потребление кислорода за 5 сут (БПК<sub>5</sub>) и содержание растворенного кислорода. Кроме этих двух показателей в расчет включаются четыре загрязняющих вещества с максимальными значениями нормированных показателей.

Расчет по БПК<sub>5</sub> и растворенному кислороду проводится на основе специальных норм, которые применяются в зависимости от значений биохимического потребления кислорода или содержания растворенного кислорода в воде.

Нормы по БПК<sub>5</sub> следующие:

норма 1	норма 2	норма 3
более 15 мгО <sub>2</sub> /л	3-15 мгО <sub>2</sub> /л	не более 3 мгО <sub>2</sub> /л

При расчете нормированной величины значение БПК делится на соответствующую норму.

Нормы содержания растворенного кислорода следующие:

норма 6	норма 12	норма 20	норма 30	норма 40	норма 50	норма 60
---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

более 6 мг/л	6-5 мг/л	5-4 мг/л	4-3 мг/л	3-2 мг/л	2-1 мг/л	1-0 мг/л
-----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

При расчете нормированной величины норма делится на содержание кислорода.

Вычисление ИЗВ проводится по соотношению:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{6}, \quad (4.1)$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го вещества (для БПК<sub>5</sub> и растворенного кислорода в формулу вводятся нормированные величины, полученные приведенными выше способами).

Необходимо иметь в виду, что ПДК загрязняющего вещества, применяемая в расчете, зависит от назначения водоема (рыбохозяйственного назначения или для нужд населения). В результате вычисления по формуле средней нормированной величины по шести компонентам получаем индекс загрязнения воды (ИЗВ), который в зависимости от численного значения соответствует одному из семи классов загрязнения воды (табл. 4.1.).

Таблица 4.1. - Классификация загрязненных пресных и морских вод по ИЗВ

Класс загрязнения	Характеристика загрязнения	Значение ИЗВ	
		Пресные воды	Морские воды
I	Очень чистая вода	< 0,3	< 0,25
II	Чистая вода	0,3-1,0	0,25-0,74
III	Умеренно загрязненная вода	1,0-2,5	0,75-1,24
IV	Загрязненная вода	2,5-4,0	1,25-1,74
V	Грязная вода	4,0-6,0	1,75-3,0
VI	Очень грязная вода	6,0-10,0	3,1-6,0
VII	Чрезвычайно грязная вода	> 10,0	> 6,0

Недостатки использования ИЗВ определяются зависимостью его величины от перечня изученных компонентов-загрязнителей вод.

**Пример.** В результате физико-химического анализа природной воды из природного водоема культурно-бытового назначения получены следующие данные: нефтепродукты 0,05 мг/л; БПК<sub>5</sub> – 1,08 мг/л; растворенный кислород – 7,52 мг/л; натрий – 99,13 мг/л; железо (общ.) – 0,2 мг/л; марганец – 0,07 мг/л; нитриты – 0,1 мг/л; нитраты 3,55 мг/л. Дать характеристику загрязнения воды.

**Решение.** Определим нормированные к ПДК значения содержания загрязняющих веществ в воде водоема из соотношения  $C_i/ПДК_i$ . ПДК компонентов берем из табл.3.2.

Нефтепродукты	$0,05/0,1 = 0,5$
Натрий	$99,13/200 = 0,49$
Железо (общ.)	$0,2/0,3 = 0,66$
Марганец	$0,07/0,1 = 0,7$
Нитриты	$0,1/3,3 = 0,03$
Нитраты	$3,55/45 = 0,08$

Для расчета ИЗВ берем четыре компонента с максимальными нормированными значениями: марганец, железо (общ.), нефтепродукты, натрий.

БПК<sub>5</sub> – 1,08 мг/л, следовательно норма по БПК<sub>5</sub> – 3.

Нормированная величина БПК  $1,08/3 = 0,36$ .

Содержание растворенного кислорода 7,52 мг/л, следовательно, ему соответствует норма 6. Нормированная величина растворенного кислорода  $6/7,52 = 0,798$ .

Рассчитаем индекс загрязнения воды:

$$\text{ИЗВ} = \frac{0,36 + 0,798 + 0,7 + 0,66 + 0,5 + 0,49}{6} = 0,58.$$

Значение ИЗВ лежит в интервале 0,3-1,0 (по табл.4.1), следовательно, вода в водоеме характеризуется как *чистая*, класс загрязнения II.

### **Задачи для самостоятельного решения**

1. Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	9,8
2	Нефтепродукты	0,09
3	БПК <sub>5</sub>	2,5
4	Растворенный кислород	8,7
5	Медь	0,002
6	Цинк	0,05
7	Свинец	0,0005
8	Хлориды	113,68
9	сульфаты	188,16

Дать характеристику загрязнения воды.

2. Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	11,3
2	Нефтепродукты	0,03
3	БПК <sub>5</sub>	3,1
4	Растворенный кислород	3,6
5	Молибден	0,0025
6	Хром	0,003
7	Железо (общ.)	0,16
8	Азот аммиака	0,27

Дать характеристику загрязнения воды.

3. Химический анализ воды из водоема рыбохозяйственного назначения (1 категории) показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	16
2	Нефтепродукты	0,04
3	БПК <sub>5</sub>	1,22
4	Растворенный кислород	9,48
5	СПАВ	0,015
6	Азот аммонийный	0,12
7	Железо (общ.)	0,1
8	Медь	0,002
9	Цинк	0,004
10	Хлориды	109,54

Дать характеристику загрязнения воды.

4. Химический анализ воды из водоема культурно-бытового назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	26,5
2	БПК <sub>5</sub>	1,72
3	Растворенный кислород	11,4
4	СПАВ	0,012
5	Натрий	141,2
6	Хлориды	136,77
7	Сульфаты	307,2

Дать характеристику загрязнения воды.

5. Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	12
2	Фенолы	0,0006
3	БПК <sub>5</sub>	1,94
4	Растворенный кислород	12,6
5	Натрий	126,6
6	Азот аммонийный	0,54
7	Железо (общ.)	0,11
8	Мышьяк	0,006
9	Кадмий	0,0008
10	Никель	0,005

Дать характеристику загрязнения воды.

6. Химический анализ воды из водоема рыбохозяйственного назначения (II категории) показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	8,0
2	Нефтепродукты	0,02
3	БПК <sub>5</sub>	1,48
4	Растворенный кислород	9,22
5	СПАВ	0,001
6	Азот аммонийный	0,23
7	Нитриты	0,062
8	Хлориды	107,7
9	Сульфаты	211,4

Дать характеристику загрязнения воды.

7. Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	19,5
2	БПК <sub>5</sub>	2,18
3	Растворенный кислород	13,0
4	Натрий	236,44
5	Медь	0,003
6	Цинк	0,01
7	Свинец	0,0005
8	Марганец	0,024
9	Нитриты	0,12
10	Нитраты	9,46

Дать характеристику загрязнения воды.

8. Химический анализ воды из водоема культурно-бытового назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	4
2	Нефтепродукты	0,02
3	Фенолы	0,003
4	БПК <sub>5</sub>	0,82
5	Растворенный кислород	6,26
6	СПАВ	0,05

7	Железо (общ.)	0,7
8	Мышьяк	0,003
9	Кадмий	0,001
10	Никель	0,02
11	Хром	0,3

Дать характеристику загрязнения воды.

9. Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	11,5
2	Нефтепродукты	0,08
3	БПК <sub>5</sub>	1,68
4	Растворенный кислород	15,1
5	Железо (общ.)	0,1
6	Марганец	0,06
7	Хлориды	121,5
8	Сульфаты	216
9	Нитраты	4,24

Дать характеристику загрязнения воды.

10. Химический анализ воды из водоема рыбохозяйственного назначения (I категории) показал следующее:

№	Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
1	Взвешенные вещества	6,05
2	Фенолы	0,003

3	БПК <sub>5</sub>	1,34
4	Растворенный кислород	8,53
5	СПАВ	0,015
6	Азот аммонийный	0,173
7	Нитриты	0,062
8	Нитраты	2,78
9	Медь	0,002
10	Цинк	0,005

Дать характеристику загрязнения воды.

### Практическая работа №5

#### Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водный объект

Плата за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты или на рельеф местности взимается с предприятий независимо от их ведомственной принадлежности, вида и формы собственности. Эта плата взимается и в том случае, если сброс осуществляется предприятиями через системы коммунальной канализации.

*Плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные нормативы НДС (П<sub>н</sub>), определяется путем умножения соответствующих ставок платы (плата за сброс 1 т *i*-го загрязняющего вещества С<sub>н<sub>и</sub></sub>) на величину загрязнения (фактический сброс *i*-го загрязняющего вещества *M<sub>i</sub>*) и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:*

$$P_{\text{н}}^{\text{вод.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{н}_i}^{\text{вод.}} \cdot M_i^{\text{вод.}} \quad \text{при} \quad M_i^{\text{вод.}} \leq M_{\text{н}_i}^{\text{вод.}}, \quad (5.1)$$

где  $M_i^{\text{вод.}}$  - фактический сброс *i*-того загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{н}_i}^{\text{вод.}}$  - предельно допустимый сброс (ПДС) *i*-того загрязняющего вещества, т;

$C_{\text{н}_i}^{\text{вод.}}$  - ставка платы за сброс 1 тонны *i*-того загрязняющего вещества в

пределах НДС, руб., равная  $N_{\text{БН}i}^{\text{вод.}}$  - базовому нормативу платы за сброс 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества в размерах, не превышающих НДС, руб. (табл. 2.5).

**Плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (ВСС) ( $P_{\text{Л}}^{\text{вод.}}$ )** определяется умножением соответствующих ставок платы ( $C_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}$ ) на разницу между фактическими ( $M_i^{\text{вод.}}$ ) и предельно допустимыми ( $M_{\text{Н}i}^{\text{вод.}}$ ) сбросами загрязняющих веществ и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$P_{\text{Л}}^{\text{вод.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{Л}i}^{\text{вод.}} \cdot (M_i^{\text{вод.}} - M_{\text{Н}i}^{\text{вод.}}) \quad \text{при } M_{\text{Н}i}^{\text{вод.}} < M_i^{\text{вод.}} \leq M_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}, \quad (5.2)$$

где  $M_i^{\text{вод.}}$  - фактический сброс  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{Н}i}^{\text{вод.}}$  - предельно допустимый сброс (ПДС)  $i$ -того загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}$  - сброс загрязняющих веществ в пределах установленного лимита, т;

$C_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}$  - ставка платы за сброс 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, руб. (табл. 5.1), равная  $5 \cdot N_{\text{БН}i}^{\text{вод.}}$ .

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ в водный объект:

$$P_{\text{СЛ}}^{\text{вод.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{СЛ}i}^{\text{вод.}} \cdot (M_i^{\text{вод.}} - M_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}) \quad \text{при } M_i^{\text{вод.}} > M_{\text{Л}i}^{\text{вод.}}, \quad (5.3)$$

$C_{\text{СЛ}i}^{\text{вод.}}$  - ставка платы за сброс 1 тонны  $i$ -того загрязняющего вещества сверх установленных лимитов, в рублях, при соотношении  $C_{\text{СЛ}i}^{\text{вод.}} = 5 \cdot 5 \cdot N_{\text{БН}i}^{\text{вод.}}$ .

В случае поступления со сточными водами загрязняющих веществ, не предусмотренных при согласовании проекта, плата взимается как за

сверхлимитное загрязнение. Аналогично в случае сброса загрязняющих веществ в водные объекты или на рельеф местности без соответствующего разрешения, в случае аварийных сбросов платежи взимаются как за сверхлимитное загрязнение.

*Общая плата за загрязнение водного объекта* определяется по формуле:

$$P_{\text{общ.}}^{\text{вод.}} = (P_{\text{Н}}^{\text{вод.}} + P_{\text{Л}}^{\text{вод.}} + P_{\text{СЛ}}^{\text{вод.}}) \cdot K_{\text{Э}}^{\text{вод.}} \cdot K_{\text{И}}, \quad (5.4)$$

где  $K_{\text{Э}}^{\text{вод.}}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости поверхностного водного объекта в рассматриваемом регионе (Приложение, табл. 4);

$K_{\text{И}}$  - коэффициент индексации платы. В 2010 г. коэффициент индексации платы составляет 1,79 (к уровню 2003 г.) и 1,46 (к уровню 2005 г.).

Плата за сброс сточных вод на сельскохозяйственные поля орошения при соблюдении установленных природопользователю норм нагрузки сточных и загрязняющих веществ определяется как за сброс в водный объект в пределах установленных нормативов. При несоблюдении правил эксплуатации и норм нагрузки платежи взимаются как за сверхлимитное загрязнение.

При сбросе загрязняющих веществ в специальные водоотводящие устройства (сбросные и дренажные каналы, балки и т.д.), через которые сточные воды попадают в водные объекты, плата определяется как за сброс в пределах допустимых нормативов.

Таблица 5.1 - Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ  
в водные объекты

Наименование загрязняющих веществ	Норматив платы за сброс 1 тонны веществ, руб.	
	в пределах НДС	в пределах установленных лимитов
Азот аммиака	5510	27550
Азот нитритов*	3444	17220
Азот нитратов	31	155
БПК	91	455
Взвешенные вещества	366	1830
Железо*	2755	13775
Кобальт	27548	137740
Марганец	27548	137740
Метанол	2755	13775
Медь	275481	1377405
Нефтепродукты	5510	27550
Никель	27548	137740
СПАВ	551,6	2758
Свинец*	45913	229565
Сульфаты	2,5	12,5
Фенол	275481	1377405
Формальдегид	2755	13775
Хлориды	0,9	4,5
Хром трехвалентный*	3935	19675

Цинк	27548	137740
------	-------	--------

**Пример.** В водоем со сточными водами сбрасываются 350 т меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) в год, что не превышает временно согласованные сбросы. Нормативно допустимый сброс составляет 220 т/год. Определить плату за сброс меди в водоем, расположенный в бассейне реки Дон Ростовской области.

**Решение.** Количество ионов меди в сточных водах превышает нормативно допустимое, следовательно, расчет платы ведем по формулам 2.15 и 2.16. Подставив их в формулу 5.4, получим:

$$P_{\text{общ}} = [C_{\text{Ni}}^{\text{вод.}} \cdot M_{\text{Ni}}^{\text{вод.}} + C_{\text{Ли}}^{\text{вод.}} \cdot (M_{\text{i}}^{\text{вод.}} - M_{\text{Ni}}^{\text{вод.}})] \cdot K_{\text{Э}} \cdot K_{\text{И}}$$

Коэффициент экологической ситуации для бассейна реки Дон берем из табл. 4 П,  $K_{\text{Э}} = 1,56$ . Норматив платы за сброс 1 т меди берем из табл. 5.1.

$$P_{\text{общ}} = [275481 \text{руб./т} \cdot 220 \text{т/год} + 1377405 \text{руб./т} \cdot (350 - 220)] \cdot 1,56 \cdot 1,79 = 669250235,60 \text{руб./год или } \sim 669,25 \text{ млн. руб./год.}$$

#### Задания для самостоятельного решения

1. Содержание марганца в сточных водах, сбрасываемых в водоем в количестве  $1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ , составляет 18 мг/л. Рассчитайте годовые платежи за сброс марганца в водоем, расположенный в бассейне реки Дон Ростовской области, если НДС равен 12 г/с.

2. Содержание нефтепродуктов и железа в сточных водах, сбрасываемых в водоем в количестве  $0,89 \text{ м}^3/\text{с}$ , составляет 1,02 и 25,1 мг/л соответственно. Рассчитайте годовые платежи за сброс загрязняющих веществ в водоем, расположенный в бассейне реки Невы Ленинградской области, если нормативно допустимый сброс нефтепродуктов и железа равен 0,92 и 11 г/с.

3. В водоем со сточными водами сбрасываются 400 т никеля в год, что не превышает временно согласованные сбросы. Нормативно допустимый сброс составляет 360 т/год. Определить плату за сброс никеля в водоем, расположенный в бассейне реки Дон Ростовской области.

4. В водоем со сточными водами сбросили 520 т ПАВ в год, что не превышает временно согласованные сбросы. Нормативно допустимый сброс составляет 440 т/год. Определить плату за сброс ПАВ в водоем, расположенный в бассейне реки Енисей Красноярского края.

5. В водоем со сточными водами сбросили 56 т азота нитратов, 4,2 т БПК, 400 т взвешенных веществ, 32 т железа, 1,3 т кобальта и 0,56 т метанола в год, что не превышает временно согласованные сбросы. Нормативно допустимый сброс для загрязняющих веществ составляет 30 т азота нитратов, 3,7 т для БПК, 7,5 т железа, 1,6 т кобальта и 0,21 т метанола в год. Определить индивидуальную и общую годовую плату за сброс загрязняющих веществ в водоем, расположенный в бассейне реки Амур Амурской области.

6. ПДС сброса нефтепродуктов от данного предприятия – 1 т/год. Реальный сброс нефтепродуктов составляет 2 т/год, который соответствует ВСС. Как будут исчисляться годовые платежи за сброс нефтепродуктов: 1)  $N_{\text{БН}} \cdot \text{НДС}$ ; 2)  $5N_{\text{БН}} \cdot \text{НДС}$ ; 3)  $N_{\text{БН}} \cdot \text{ВСС}$ ; 4)  $5N_{\text{БН}} \cdot \text{ВСС}$ ; 5)  $25N_{\text{БН}} \cdot \text{ВСС}$ ?

### **Практическая работа №6**

#### **Оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами**

При установлении очередности осуществления гигиенических и природоохранных мероприятий, важное значение имеет ранжирование почв по степени опасности их загрязнения химическими веществами. На основании этого определяются территории, требующие первоочередных капиталовложений при осуществлении контроля за загрязнением почв, разработке комплексных мероприятий по их охране, при разработке схем районной планировки, гигиенической оценке почв в районах урбанизации и мероприятий по рекультивации земель.

Результаты гигиенических исследований почв, загрязненных тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими веществами позволили впервые разработать методические подходы для оценки степени опасности загрязнения почвы этими токсикантами по уровню их возможного воздействия на системы "почва - растение", "почва - микроорганизмы, биологическая активность", "почва - грунтовые воды", "почва - атмосферный воздух" и опосредованно на здоровье человека.

Использование унифицированных методических подходов способствует получению сопоставимых данных при оценке уровня загрязнения почвы и возможных последствий загрязнения, а также позволит прогнозировать качество пищевых продуктов растительного происхождения. Накопление фактического материала по загрязнению почв и их опосредованного воздействия на человека даст возможность в последующем совершенствовать предлагаемые указания.

Данные указания не распространяются на оценку загрязнения пестицидами.

С гигиенических позиций опасность загрязнения почвы химическими веществами определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и опосредованно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в почве. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все возможные пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания веществ по каждому показателю вредности. Наименьшее из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК вещества, так как отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта.

Для оценки опасности загрязнения почв выбор химических веществ - показателей загрязнения проводится с учетом:

- специфики источников загрязнения, определяющих комплекс химических элементов, участвующих в загрязнении почв изучаемого региона (Приложение, табл. 5);
- приоритетности загрязнителей в соответствии со списком ПДК химических веществ в почве (табл.6.2) и их классом опасности;
- характером землепользования.

При отсутствии возможности учета всего комплекса химических веществ, загрязняющих почву, оценку осуществляют по наиболее токсичным веществам, т.е. относящимся к более высокому классу опасности.

В случае отсутствия в приведенных документах (табл. 6.2) класса опасности химических веществ, приоритетных для почв обследуемого района, их класс опасности может быть определен по индексу опасности.

Отбор проб почвы, их хранение, транспортировка и подготовка к анализу осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа».

Определение химических веществ в почве проводится методами, разработанными при обосновании их ПДК в почве и утвержденными МЗ СССР, которые опубликованы в приложениях к «Предельно допустимым

концентрациям химических веществ в почве (ПДК)» (1979, 1980, 1982, 1985 г.).

В общем плане при оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать:

а) опасность загрязнения тем больше, чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве (С) превышают ПДК. То есть опасность загрязнения почвы тем выше, чем больше значение коэффициента опасности ( $K_o$ ) превышает 1, т.е.:

$$K_o = C/ПДК; \quad (6.1)$$

б) опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности контролируемых веществ;

в) оценка опасности загрязнения любым токсикантом должна проводиться с учетом буферности почвы (Под "буферностью почвы" понимается совокупность свойств почвы, определяющих ее барьерную функцию, обуславливающую уровни вторичного загрязнения химическими веществами контактирующих с почвой сред: растительности, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Основными компонентами почвы, создающими буферность, являются тонкодисперсные минеральные частицы, определяющие ее механический состав, органическое вещество (гумус), а также реакция среды - рН), влияющей на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды и доступность растений. Чем меньшими буферными свойствами обладает почва, тем большую опасность представляет ее загрязнение химическими веществами. Следовательно, при одной и той же величине  $K_o$  опасность загрязнения будет больше для почв с кислым значением рН, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом. Например, если  $K_o$  вещества оказались равными в дерново-подзолистой супесчаной почве, в дерново-подзолистой суглинистой почве и черноземе, то в порядке возрастания опасности загрязнения почвы могут быть расположены в следующий ряд: чернозем < суглинистая дерново-подзолистая почва < супесчаная дерново-подзолистая почва.

Оценка опасности почв, загрязненных химическими веществами, проводится дифференцировано для разных почв (разного характера землепользования) и основывается на 2 основных положениях:

1. Хозяйственное использование территорий (почвы населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, рекреационные зоны и т.д.).

2. Наиболее значимые для этих территорий пути воздействия загрязнения почвы на человека.

В связи с этим предлагаются различные схемы оценки опасности загрязнения почв населенных пунктов и почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений.

### **6.1. Гигиеническая оценка почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений**

Основой оценки опасности загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, является транслокационный показатель вредности, являющийся важнейшим показателем при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что:

1) с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70 % вредных химических веществ;

2) уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество. Существующая разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности (табл. 6.2.) и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют также дать рекомендации по практическому использованию загрязненных территорий.

Опасность загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений определяется в соответствии с табл. 6.1 и 6.2. В табл. 6.1 приведены основные принципы оценки почв и рекомендации по их использованию и снижению неблагоприятного действия загрязнений. Данные табл. 6.2 являются логическим дополнением табл. 6.1 и представляют необходимые сведения для ранжирования почв по уровню загрязнения в соответствии с принципами, изложенными в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)
II.	Содержание	Использование под	Мероприятия,

Умеренно-опасная	химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников
III. Высоко-опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентраторов	1. Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений продуктов питания рекомендуется их перемешивание с продуктами, выращенными на чистой почве. 3. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту с учетом растений концентраторов
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных лесоводоисточников. Защитные полосы.

Таблица 6.2 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование	ПДК мг/кг	Показатели вредности
--------------	-----------	----------------------

вещества	почвы с учетом фона	транслока ционный	миграционный		общесанита рный
			водный	воздушный	
<b>Подвижная форма</b>					
Медь	3,0	3,5	72,0	-	3,0
Никель	4,0	6,7	14,0	-	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Свинец	6,0	-	-	-	6,0
Кобальт	5,0	25,0	> 1000,0	-	5,0
Хром	6,0	-	-	-	6,0
<b>Водорастворимая форма</b>					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0
<b>Валовое содержание</b>					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганец + ванадий	1000,0 + 100,0	1500,0 + 150,0	2000,0 + 200,0	-	1000,0 + 100,0
Свинец	30,0	35,0	260,0	-	30,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	-	30,0 + 2,0
Хлористый калий (K <sub>2</sub> O)	560,0	1000,0	560,0	1000	5000,0
Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пирен (БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропилбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфа-метилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0

Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сернистые соединения (S):					
сероводород (H <sub>2</sub> S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	-	160,0
серная кислота	160,0	180,0	380,0	-	160,0
ОФУ	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГУ	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
ЖКУ	80,0	> 800,0	80,0	> 800,0	800,0

**Пример.** Две пробы почвы, взятых на различной территории, загрязнены никелем, содержание подвижных форм которого составляет в первой 20 мг/кг (1) и во второй - 5 мг/кг (2). Дать характеристику почвам рассматриваемых территорий.

**Решение.** На основании табл. 6.1 и 6.2 почва (1) должна быть отнесена к категории "чрезвычайно высокого" загрязнения, т.к. уровень содержания никеля превышает допустимые уровни содержания этого элемента по всем показателям вредности: транслокационному, миграционному водному и общесанитарному. Такая почва может быть использована только под технические культуры или полностью исключена из сельскохозяйственного использования.

Почва 2 может быть отнесена к категории "умеренно опасной", т.к. содержание никеля (5 мг/кг) превышает его ПДК (4 мг/кг), но не превышает допустимый уровень по транслокационному показателю вредности (6,7 мг/кг). В этом случае почва может быть использована под любые сельскохозяйственные культуры при одновременном осуществлении мероприятий по снижению доступности токсиканта - никеля - для растений.

## 6.2 Оценка уровня химического загрязнения почв

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества (K<sub>c</sub>), который определяется отношением его реального содержания в почве (C) к фоновому или его предельно допустимой концентрации (C<sub>ф</sub>):

$$K_c = C/C_{\phi}; \quad (6.2)$$

и суммарный показатель загрязнения (Z<sub>c</sub>). Последний равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражен следующей формулой:

$$Z_c = [\sum_{i=1}^n K_c] - (n-1); \quad (6.3)$$

где n - число суммируемых элементов.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю  $Z_c$ , отражающему дифференциацию загрязнения воздушного бассейна городов как металлами, так и другими, наиболее распространенными ингредиентами (пыль, оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид), проводится по оценочной шкале, приведенной в табл. 6.3. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Таблица 6.3 - Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ )

Степень загрязнения почв	Величина ( $Z_c$ )	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения	Коэффициент $K_3$
Допустимая	Менее 2	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений	0
Слабая	2-8	Увеличение общей заболеваемости	0,3
средняя	8-32	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы	0,6
сильная	32-64		1,0
Очень сильная	Более 64	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)	2,0

**Пример.** На территории населенного пункта расположено предприятие по производству фосфорных удобрений. Почвы населенного пункта загрязнены мышьяком, медью, цинком, валовое содержание которых составляет 25, 66 и 350 мг/кг соответственно, а также фтором с содержанием

13 мг/кг. Определить суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

**Решение.** По формуле (6.3) рассчитываем суммарный показатель загрязнения почв указанным комплексом загрязнителей:

$$Z_c = [\sum K_c] \cdot (n-1) = Z_c = [\sum C/ПДК] \cdot (n-1)$$
$$Z_c = \left( 2,0 + \frac{66}{23} + \frac{350}{85} + \frac{13}{10} \right) \cdot (4-1) = 17,79$$

По табл. 6.3 степень загрязнения почвы указанной территории средняя, так как показатель  $Z_c$  лежит в интервале 8-32. Для населения, проживающего на территории, где расположено данное предприятие, будет характерно увеличение общей заболеваемости, увеличение числа часто болеющих детей.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены цинком и медью, содержание подвижных форм которых составляет для цинка – 35 мг/кг, для меди – 2,7 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемой территории.

2. Почвы территорий сельскохозяйственного назначения загрязнены цинком, содержание подвижных форм которого составляют в первой пробе 27 мг/кг, во второй – 15 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

3. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: первая марганцем, валовое содержание которого составляет 1750 мг/кг, вторая нитратами, валовое содержание которых составляет 150 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

4. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: первая хромом, валовое содержание которого составляет 40 мг/кг, вторая цинком, валовое содержание которого составляет 120 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

5. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: нитратами, валовое содержание которых составляет в первой 130 мг/кг, во второй – 225 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

6. На территории населенного пункта расположено предприятие по производству цветных металлов. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, цинком, медью, хромом, мышьяком, валовое содержание которых составляет 75, 460, 150, 80 и 30 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

7. На территории населенного пункта расположено электрогенерирующее предприятие. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, марганцем, бенз(а)пиреном, бензолом, сернистыми соединениями

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), валовое содержание которых составляет 150, 2900, 0,5; 8,0 и 270 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

8. На территории населенного пункта находится предприятие машиностроительной промышленности. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, цинком, никелем, хромом, медью, содержание подвижных форм которых составляют: 28; 160; 85; 120 и 55 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

## Практическая работа № 7

### Расчет платы за ущерб от загрязнения земель

Размеры платы за ущерб от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. В случае невозможности оценить указанные затраты размеры платы рассчитывается по следующей формуле:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (H_{C^*} \cdot S_i \cdot K_B \cdot K_{\text{Э}} \cdot K_{3_i} \cdot K_{\Gamma}), \quad (7.1)$$

где  $\Pi$  - размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами, тыс. руб.;

$H_{C^*}$  - норматив стоимости сельскохозяйственных земель, тыс. руб./га (\* Нормативы стоимости сельскохозяйственных земель  $H_c$  приравниваются к «Нормативам стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд», Приложение, табл.8);

$S_i$  – площадь земель, загрязненных химическим веществом  $i$ -го вида, га;

$K_B$  - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, Приложение табл.9);

$K_{3_i}$  - коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом  $i$ -го вида (Приложение, табл. 7);

$K_{\text{Э}}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (Приложение, табл. 3);

$K_{\Gamma}$  – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель (Приложение, табл. 8).

Под допустимым уровнем загрязнения понимается содержание в почве химических веществ, не превышающее их предельно допустимых концентраций (ПДК) (табл.3.2). При допустимом уровне загрязнения коэффициент  $K_3$  приравнивается к нулю, тогда  $\Pi=0$ , следовательно, плата не взимается.

В случае отсутствия в табл. 7.1 химических веществ, загрязнивших земли, коэффициент  $K_3$  находится по формуле:

$$K_3 = \frac{C_{i\text{факт.}}}{C_{i\text{фон.}}}, \quad (7.2)$$

где  $C_{i\text{факт.}}$  – фактическое содержание  $i$ -го токсиканта в почве, мкг/кг;

$C_{i\text{фон.}}$  – значение регионально-фоновое содержание в почве  $i$ -го токсиканта (табл. 7.1).

Под *регионально-фоновым содержанием химических веществ* понимается их содержание в почвах территорий, не испытывающих техногенной нагрузки.

Таблица 7.1 – Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах, мг/кг

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	15	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2

Размеры ущерба за загрязнения земель несанкционированными свалками отходов определяются по формуле:

$$П = \sum_{i=1}^n (H_{\text{н}} \cdot M_i \cdot K_{\text{э}} \cdot 25 \cdot K_{\text{в}}), \quad (7.3)$$

где  $H_{\text{н}}$  – норматив платы за захламление земель 1 т ( $\text{м}^3$ ) отходов  $i$ -го вида, руб (табл.7.2);

$M_i$  – масса (объем) отхода  $i$ -го вида, т,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{э}}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (Приложение, табл. 3);

25 – повышающий коэффициент за загрязнения земель отходами несанкционированными свалок;

$K_{\text{в}}$  коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, (Приложение, табл.9);

Таблица 7.2 – Нормативы платы за захламление земель несанкционированными свалками отходов  $H_{\text{н}}$

Вид отхода (по классам опасности для окружающей среды)	Норматив платы за размещение 1 т отхода, руб./т
I класса опасности (чрезвычайно опасные)	1739,2
II класса опасности (высокоопасные)	745,4
III класса опасности (умеренно опасные)	497
IV класса опасности (малоопасные)	248,4
V класса опасности (практически неопасные): добывающей промышленности перерабатывающей промышленности прочие	0,4 15 (куб.метр) 8

### Расчет платы за размещение отходов производства

Размер платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов определяется по формуле:

$$P_{Л}^{омх.} = \sum_{i=1}^n C_{Ли}^{омх.} \cdot M_i^{омх.} \quad \text{при } M_i^{омх.} \leq M_{Ли}^{омх.} \quad (7.4)$$

где  $M_i^{омх.}$  - фактическое размещение  $i$ -того отхода, т, куб. м;

$M_{Ли}^{омх.}$  - годовой лимит на размещение  $i$ -того отхода, т, куб. м;

$C_{Ли}^{омх.}$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -того отхода в пределах установленных лимитов, руб., равная - базовому нормативу платы за размещение 1 тонны  $i$ -того отхода в пределах установленных лимитов, руб. (табл. 7.2).

Размер платы за сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов:

$$P_{СЛ}^{омх.} = \sum_{i=1}^n C_{СЛи}^{омх.} \cdot (M_i^{омх.} - M_{Ли}^{омх.}), \quad \text{при } M_i^{омх.} > M_{Ли}^{омх.} \quad (7.5)$$

где  $C_{СЛи}^{омх.}$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -того отхода сверх установленных лимитов, руб., причем  $C_{СЛи}^{омх.} = 5 \cdot H_{БНи}^{омх.}$ .

Общая плата за размещение токсичных и нетоксичных отходов определяется по формуле:

$$P_{общ.}^{отх.} = (P_{л}^{отх.} + P_{сл}^{отх.}) \cdot K_{\text{э почв}} \cdot K_{II}, \quad (7.6)$$

где  $K_{\text{э почв}}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости почв в рассматриваемом регионе (Приложение, табл. 3);

$K_{II}$  - коэффициент индексации платы (коэффициент индексации платы в 2010 году составляет 1,79 к уровню 2003 г. и 1,46 к уровню 2005 г.).

При размещении токсичных отходов на специализированных по их обезвреживанию, захоронению и хранению полигонах плата с природопользователей за размещение не взимается, а природопользователи в установленном порядке могут осуществлять страхование размещаемых отходов в связи с экологическим риском.

При размещении отходов на территориях, принадлежащих природопользователям, базовый норматив платы умножается на коэффициент 0,3.

В случае размещения отходов на неотведенной для этой цели территории (несанкционированная свалка) размер платы определяется по формуле:

$$P_{НС}^{отх.} = K_p \cdot \sum_{i=1}^n C_{СЛи}^{отх.} \cdot M_i^{отх.} \quad (7.8)$$

где  $M_i^{отх.}$  - фактическое количество размещаемого  $i$ -того отхода, т, куб. м;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий место размещения отходов: при размещении отходов в границах городов, населенных пунктов, водоемов, рекреационных зон и водоохраных территорий применяется коэффициент 5, менее 3 км от границ вышеперечисленных объектов – коэффициент 3.

$C_{СЛи}^{отх.}$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -того отхода сверх установленных лимитов, руб., равная  $C_{СЛи}^{отх.} = 5 \cdot N_{БНи}^{отх.}$ .

### Задачи для самостоятельного решения

1. Определить плату, которую взимают с предприятия, расположенного в Краснодарском крае, за размещение отходов 5 класса опасности на санкционированной свале, а 3 и 4 на территории предприятия с целью дальнейшей утилизации.

Наименование отхода	Класс опасности	Количество отхода, т/год	Лимит на образование отхода, т/год
---------------------	-----------------	--------------------------	------------------------------------

Отходы изолированных проводов и кабелей	5	0,6	0,6
Электрические лампы накаливания отработанные и брак	5	0,04	0,04
Мусор с защитных решеток при водозаборе	5	5,6	5,0
Отходы (мусор) от уборки территории и помещений	5	11,3	11,3
Отходы стеклолакоткани	4	4,6	4,8
Шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн, гидронаторов) от нефти	3	28,4	28,0
Обтирочный материал, загрязненный маслами	4	0,5	0,5
Отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта	4	22,3	22,5
Остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства	3	4,7	4,6

2. Предприятие сбросило ТБО (5 класс опасности) в количестве 6,8 т в водоохраной зоне. Определить какую плату оно обязано будет заплатить за свой поступок (без учета административных штрафов), если предприятие располагается на территории Ивановской области.

3. Предприятие разместило 15 т токсичных отходов 2 класса опасности на специализированном полигоне по их обезвреживанию, захоронению и хранению на территории Ростовской области. Какую плату заплатит за это предприятие – природопользователь?

4. Как будут отличаться платежи, которые должно будет заплатить предприятие в случае: 1) размещения отходов на специальном полигоне с целью их дальнейшего захоронения и на территории населенного пункта; 2) на территории предприятия и в водоохраной зоне? Состав и количество отходов принимается одинаковым.

## Список рекомендуемой литературы

1. Экология: учебное пособие/Под ред. проф. В.В. Денисова. – 4-е изд., исправл. и доп. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. – 768 с.
2. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие/А.Ю. Опекунов. – СПб.: Изд-во С. – Петерб. ун-та, 2006. – 261 с.
3. Хорунжий Б.И. Экологическое нормирование: метод. указ. по вып. расч.-граф. работы для студ. спец. 280401 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель и 280402 – Природоохранное обустройство территорий/Б.И. Хорунжий; Новочерк. гос. мелиор. акад. - Новочеркасск, 2010. – 43 с.
4. Энциклопедия обращения с отходами/А.И. Матющенко, Т.А. Кулагина, Г.П. Крючков, Л.Н. Горбунова; науч. ред. А.И. Матющенко. – Москва-Смоленск: Изд-во «Маджента», 2007. – 427 с.
5. Дмитриев В.В. Прикладная экология: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с.
6. ГОСТ Р 17.0.0.06-2000. Охрана природы. Экологический паспорт природопользователя. Основные положения. Типовые формы.
7. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
8. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
9. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.984-00. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
11. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
12. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий на территории жилой застройки.
14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

15. СН 2.6.1.758-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99).

16. ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

## Приложение

Таблица 1 – Расчетные характеристики топок.

Вид и марка топлива	Коэффициент избытка воздуха, $\alpha$	Потери тепла от недожога топлива		Доля уноса золы из топки $Q_{ун}$
		$q_3, \%$	$q_4, \%$	
Камерные топки с твердым шлакоудалением				
Антрациты – А, АШ, АМ, АС	1,20-1,25	0,5	6-4	0,95
Каменные угли – Д, Т, Г	1,20	0,5	1,0-1,5	0,95
Бурые угли – Б и сланцы	1,20	0,5	0,5-1,0	0,95
Камерные топки с жидким шлакоудалением				
Антрациты – А, АШ, АМ, АС	1,20-1,25	0,5	3-4	0,85
Каменные угли – Д, Т, Г	1,20-1,25	0,5	0,5	0,80
Бурые угли - Б	1,20	0,5	0,5	0,70-0,80
Камерные топки				
Мазут	1,1	0,2	0,1	-
Природный газ	1,1	0,2	0	-
Топки с пневмомеханическим забрасыванием				
Донецкий антрацит	1,2-1,3	0,5-1,0	13,5	
Бурые угли	1,2-1,3	0,5-1,0	7,5	
Каменные угли – Д, Т, Г	1,2-1,3	0,5-1,0	5,5	

Таблица 2 – Технические характеристики некоторых марок угля.

Марка	Содержание серы, сред. %	Содерж. золы, сред.,%	Содерж. влаги, сред.,%	Выход летучих веществ, (сред. значение), %	Низшая теплота сгорания кДж/кг
Уголь Донецкого бассейна					
АШ	1,6	27,0	9,0	4,0	23032
АС	1,6	13,0	6,5	4,0	30151
АМ	1,1	7,8	5,5	3,5	30988
АО	1,1	6,0	5,5	3,5	31825
АК	1,1	5,5	5,5	3,5	30570

Марка	Содержание серы, сред. %	Содерж. золы, сред.,%	Содерж. влаги, сред, %	Выход летучих веществ, (сред. значение), %	Низшая теплота сгорания кДж/кг
Д	0,5	9,0	7,0	26,0	23450
Г	0,7	12,0	12,0	34,0	25125
Кузнецкий бассейн, разрез «Изыхский»					
ДР	0,6	24,0	18,0	42,2	29732
ДСШ	0,5	30,0	19,0	39,9	29313
ДОМСШ	1,0	28,5	19,0	39,9	30235
ДПК	0,5	24,9	17,5	39,0	29941
ДОМ	0,5	28,0	19,0	39,0	29732
Кузнецкий бассейн, Хакасразрезуголь					
ДР	0,5	24,0	18,6	43,5	21608-31198
ДСШ	0,5	24,0	19,0	43,7	20519
ДПК	0,5	20,5	18,6	43,1	22194-31826
ДОМ	0,5	20,5	18,6	42,7	22069
Уголь Кузбасского бассейна					
ДР	0,3	12,0-16,0	12,0-16,0	41,4	20938
ДРОК	0,3	17,2-19,2	19,0-21,2	40,5	18007
ДМСШ	0,2	11,0-13,0	12,0-15,0	41,5	21775
ДКОМ	0,2	15,0-17,0	9,0-11,0	45,7	23032
ДПК	0,4	9,5-11,0	13,0-16,0	43,0	22822
ДГР	0,3	15,0-18,0	11,0-13,0	38,8	22613

Марка	Содержание серы, сред. %	Содерж. золы, сред.,%	Содерж. влаги, сред,%	Выход летучих веществ, (сред. значение), %	Низшая теплота сгорания кДж/кг
ТР	0,3	18,0-19,0	6,0-8,0	14,0	26256
ТПК	0,3	16,0-19,0	5,0-7,0	14,0	27261
ССПК	0,4	5,5-7,5	5,2-6,2	24,8	30528
СССШ	0,3	14,0-16,0	9,5-10,5	24,6	26800
Печорский угольный бассейн					
АМСШ	0,09	18,5	8,3	4,2	29104
ДКО	0,27	10,0	15,8	43,6	27910
Д	0,38	13,9	17,9	41,8	26177
ТОМСШ	0,3	17,0	14,0	17,0	25125
ТОМ	0,3	10,0	12,0	16,0	25125
ТПК	0,3	12,0	12,0	16,0	25544
ССПК	0,5	9,8	5,8	27,1	33132
ССр	0,23	23,6	10,6	26,5	31344
2Бр	0,75	11,9	35,8	48,6	20335
КОр	0,37	20,4	7,8	27,9	35134

Таблица 3 – Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы по территориям экономических районов РФ.

Экономические районы РФ	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы	
	атмосферный воздух*	почвы**
Северный	1,4	1,4

Северо-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	1,5	2,0
Поволжский	1,9	1,9
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2,0	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1,0	1,1
Калининградская область	1,5	1,3

\*Применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов.

\*\* Применяется при взимании платы за размещение отходов.

Таблица 4 – Значения коэффициента экологической значимости состояния водных объектов  $K_{\text{Э}}^{\text{вод}}$  для различных водохозяйственных участков.

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Бассейн Балтийского моря	
Бассейн р. Невы	
Ленинградская область	1,51
Новгородская область	1,14
Псковская область	1,12
Тверская область	1,08
Город Санкт-Петербург	1,51
Прочие реки бассейна Балтийского моря	1,04
Бассейн Каспийского моря	
Бассейн р. Волги	

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Астраханская область	1,31
Владимирская область	1,17
Волгоградская область	1,32
Ивановская область	1,17
Калужская область	1,17
Кировская область	1,11
Костромская область	1,17
Московская область	1,2
Нижегородская область	1,14
Новгородская область	1,06
Оренбургская область	1,09
Орловская область	1,17
Пензенская область	1,31
Пермская область	1,13
Рязанская область	1,17
Самарская область	1,36
Саратовская область	1,32
Свердловская область	1,1
Смоленская область	1,16
Тамбовская область	1,09
Тверская область	1,17
Тульская область	1,19
Ульяновская область	1,31
Челябинская область	1,1
Ярославская область	1,19
Город Москва	1,41

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Бассейн р. Урал	
Оренбургская область	1,45
Челябинская область	1,2
Прочие реки бассейна Каспийского моря	1,06
Бассейн Азовского моря	
Бассейн р. Дон	
Ставропольский край	1,26
Белгородская область	1,15
Волгоградская область	1,07
Воронежская область	1,15
Курская область	1,11
Липецкая область	1,2
Орловская область	1,11
Пензенская область	1,07
Ростовская область	1,56
Саратовская область	1,07
Тамбовская область	1,12
Тульская область	1,14
Бассейн р. Кубань	
Краснодарский край	2,0
Ставропольский край	1,53
Прочие реки бассейна Азовского моря	1,15
Бассейн Черного моря	
Бассейн р. Днепр	
Белгородская область	1,05
Брянская область	1,3

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Калужская область	1,12
Курская область	1,14
Смоленская область	1,33
Прочие реки бассейна Черного моря	1,2
Бассейны морей Северного Ледовитого и Тихого океана	
Бассейн р. Печоры	
Архангельская область	1,34
Бассейн р. Северной Двины	
Архангельская область	1,36
Вологодская область	1,14
Кировская область	1,02
Бассейн р. Оби	
Алтайский край	1,04
Красноярский край	1,03
Кемеровская область	1,16
Курганская область	1,05
Новосибирская область	1,08
Омская область	1,1
Свердловская область	1,18
Томская область	1,03
Тюменская область	1,04
Челябинская область	1,13
Бассейн р. Енисей	
Красноярский край	1,17
Иркутская область	1,36
Бассейн р. Лены	

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Хабаровский край	1,02
Амурская область	1,01
Иркутская область	1,14
Бассейн р. Амур	
Приморский край	1,04
Читинская область	1,05

Таблица 5 – Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов к классам опасности (по ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения» Госстандарт, М., 1983 г.).

Класс опасности	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Таблица 6 – Перечень источников загрязнения и химических элементов, накопление которых возможно в почве в зонах влияния этих источников.

Источники загрязнения	Тип производства	Химические элементы	
		приоритетный	сопутствующий
Цветная металлургия	Производство цветных металлов непосредственно из руд и концентратов	Свинец, цинк, медь, серебро	Олово, висмут, мышьяк, кадмий, сурьма, ртуть, селен
	Вторичная переработка цветных металлов	Свинец, цинк, олово, медь	Ртуть
	Производство твердых и тугоплавких цветных металлов	Вольфрам	Молибден
	Производство титана	Серебро, цинк, свинец, бор, медь	Титан, марганец, молибден, олово, ванадий
Черная металлургия	Производство легированных сталей	Кобальт, молибден, висмут, вольфрам, цинк	Свинец, кадмий, хром, цинк

	Железорудное производство	Свинец, серебро, мышьяк	Цинк, вольфрам, кобальт, ванадий
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	Предприятия с термической обработкой металлов (без литейных цехов)	Свинец, цинк	Никель, хром, ртуть, олово, медь
	Производство свинцовых аккумуляторов	Свинец, никель, кадмий	Сурьма, свинец
	Производство приборов для электронной и электротехнической промышленности		Сурьма, цинк, висмут
Химическая промышленность	Производство суперфосфатных удобрений	Стронций, цинк, фтор	Редкие земли, медь, хром, мышьяк
	Производство пластмасс		Иттрий, серебро
	Производство цемента (при использовании в производстве цемента отходов металлургических производств возможно накопление в почвах также и других металлов)		Ртуть, стронций, цинк
	Производство бетонных изделий		
Полиграфическая промышленность	Шрифтолитейные заводы, типография		Свинец, цинк, олово
Твердые бытовые отходы крупных городов, используемые в качестве удобрений		Свинец, кадмий, олово, медь, серебро, сурьма, цинк	Ртуть
Осадки канализационных сточных вод		Свинец, кадмий, ванадий, никель, олово, хром, медь, цинк	Ртуть, серебро
Загрязненные поливочные воды		Свинец, цинк	Медь

Таблица 7 – Коэффициент  $K_3$  для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами.

Уровень загрязнения	Степень загрязнения	$K_3$
1	Допустимая	0

2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	4,5
5	Очень сильная	2,0

Таблица 8 – Коэффициент  $K_G$  для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель.

Глубина загрязнения земель, см	$K_G$
0-20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0-150	1,7
0->150	2,0

Таблица 9 – Значение коэффициента пересчета  $K_B$  нормативов стоимости сельскохозяйственных земель  $N_c$  в зависимости от периода времени по их восстановлению.

Продолжительность периода восстановления, год	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления, год	Коэффициент пересчета
1	0,9	8-10	5,6
2	1,7	11-15	7,0
3	2,5	16-20	8,2
4	3,2	21-25	8,9
5	3,8	26-30	9,3
6-7	4,6	31 и более	

Таблица 10 - Средние температуры в 13 часов наиболее жаркого месяца года в различных пунктах РФ.

Наименование пункта	Температура <sup>°C</sup>	Наименование пункта	Температура <sup>°C</sup>
Архангельск	18,6	Иваново	22,2
Астрахань	29,5	Якутск	23,0
Белгород	24,8	Калуга	22,4
Брянск	22,5	Кемерово	21,8
Владивосток	23,6	Хабаровск	24,1
Владимир	21,4	Тихорецк	28,0
Волгоград	28,6	Красноярск	22,5

Вологда	21,1	Санкт-Петербург	20,6
Воронеж	24,2	Москва	22,3
Екатеринбург	20,7	Кострома	21,1
Краснодар	28,3	Ставрополь	27,1
Нижний Новгород	21,2	Новгород	20,8
Новосибирск	22,7	Самара	24,3
Омск	22,4	Сочи	25,9
Орел	23,1	Элиста	28,6
Пенза	23,0	Оренбург	26,9
Пенза	20,0	Пермь	18,0
Псков	20,6	Чита	24,0
Ростов-на-Дону	27,3	Иркутск	22,7
Рязань	22,8	Ярославль	21,6
Саратов	25,4	Тверь	21,7
Смоленск	20,8	Ачинск	22,6
Тамбов	24,5	Курск	22,9
Томск	21,7	Магадан	13,2
Тюмень	22,4	Мурманск	14,7
Уфа	23,4	Калининград	20,6