

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

Кафедра «Производственная безопасность, экология и химия»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Определение класса опасности отходов расчетным методом

по выполнению практических работ по дисциплине «Экология», «Токсикология»,
«Производственная санитария и гигиена труда», « Обеспечение экологической
безопасности отрасли»
для студентов всех специальностей и форм обучения

УДК 658.567

Составители: **В.М.Смирнова**

Определение класса опасности отходов расчетным методом: Метод. указания по выполнению практических работ по дисциплине «Экология», «Токсикология», «Производственная санитария и гигиена труда», «Обеспечение экологической безопасности отрасли» для студентов всех специальностей и форм обучения /НГТУ; Сост.: В.М.Смирнова Н.Новгород, 2015.- 12 с.

Изложены краткие сведения из теории, приведена методика и порядок выполнения расчета по определению класса опасности отходов. Приведены некоторые первичные показатели опасности компонентов отходов и даны рекомендации по составлению отчета.

Научный редактор А.Б. Елькин

Редактор Э.Б.Абросимова

Подписано в печ.7.07.05 Формат 60×84 1/16.

Бумага газетная

Печать офсетная.

Усл. печ. л.0,75.

Уч. –изд. л. 0,5

Тираж 200 экз.

Заказ № .

Нижегородский государственный технический университет

Типография НГТУ. 603600 Н. Новгород, ул. Минина, 24

© Нижегородский государственный
технический университет,
© В.М.Смирнова

2015 г.

1 Общие положения

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время является загрязнение окружающей природной среды (ОПС) отходами производства и потребления. Сконцентрированные в отвалах, хранилищах, полигонах, на несанкционированных свалках отходы являются источником загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв и растительности.

ОТХОДЫ – остатки сырья, материалов, продукции, изделий, образовавшиеся в производственном процессе или в процессе эксплуатации, утратившие свои технологические или потребительские свойства, выработавшие эксплуатационный ресурс и поэтому непригодные для использования по прямому назначению. В Федеральном законе Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года № 7-ФЗ определено, что обращение с отходами – это деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию и обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов. Экологические кризисные ситуации, периодически возникающие в различных точках планеты, во многих случаях обусловлены негативным воздействием так называемых опасных отходов.

Под опасными отходами понимают отходы, содержащие в своем составе компоненты (вещества), которые обладают опасными свойствами (экоотоксичность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность, инфекционность) и присутствуют в количестве, опасном для здоровья людей и ОПС. Экоотоксичные отходы представляют или могут представлять угрозу для ОПС в результате биоаккумуляции, т.е. оказывают токсическое воздействие на биотические (живые) системы путем накопления их в пищевых цепях. Наиболее опасными являются отходы, обладающие повышенной кислотностью, или щелочностью, так как при этом составляющие их компоненты находятся в подвижной форме и более мобильны для миграции в сопредельные среды.

В России к опасным отходам относят около 10% от всей массы твердых отходов. Среди них металлические и гальванические шламы, нефтесодержащие отходы, радиоактивные отходы, отходы стекловолокна, отработанные ртутные лампы, асбестовые отходы и пыль, остатки от переработки кислых смол, дегтя и гудронов и т.д. Согласно Приказу Министерства природных ресурсов «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» от 15 июня 2001 года № 511 все отходы подразделены на 5 классов опасности.

В зависимости от класса опасности отходы размещают и захороняют на различно обустроенных шламохранилищах и полигонах 1, 2 или 3 категорий. Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных отходов производится с соблюдением СанПиН 2.01.28-85 Министерства Здравоохранения.

За размещение отходов с предприятия - природопользователя взимается плата. У каждого класса опасности отхода существует свой базовый норматив платы за размещение отходов, утвержденный федеральными органами исполнительной власти. Плата за размещение отходов природопользователем

осуществляется в зависимости от класса опасности отхода, количества образованного отхода и вида захоронения.

Одной из главнейших задач защиты ОПС от действия токсичных отходов является сбор, захоронение, детоксикация (обезвреживание), переработка и утилизация отходов. В стратегическом плане, по мнению многих ученых и специалистов, проблема отходов должна решаться на месте их образования путем внедрения ресурсовозобновляющих и энергосберегающих технологий, обеспечивающих минимизацию промышленных выбросов и выхода отходов. Такие технологии позволяют, с одной стороны, восстанавливать качество ОПС, а с другой стороны, получать вторичные ресурсы и биосферные вещества из отходов в виде биотоплива, дефицитных металлов, удобрений, стройматериалов и т. д.

Проблемы негативного влияния на окружающую природную среду отходов, а также их образования, хранения и переработки являются для Нижегородской области актуальными и требуют безотлагательного решения. По данным статистического учета в Нижегородской области накоплено свыше 10 млн т токсичных отходов.

В последние годы наиболее успешно стали решаться вопросы использования и обезвреживания токсичных отходов. Доля использования некоторых токсичных отходов в качестве вторичных ресурсов на собственном производстве от годового объема их образования составила: отходы 1 класса опасности – 54,4%, 2 класса – 45,3%, 3 класса – 47,2%, 4 класса – 92,8%

Согласно Приказу Министерства природных ресурсов РФ №511 от 15.06.2001 г. введены критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды. Знание свойств отходов при этом приобретает все большее значение. Свойства отходов такие, как агрегатное состояние, фракционный состав, насыпной вес, влажность, горючесть, растворимость в воде и химический состав, могут быть определены по справочным материалам или по результатам прямых испытаний и измерений в специальных аккредитованных лабораториях.

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с Критериями, приведенными в таблицах 1, 2, 3, 4.

2 Теоретическая часть

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС может осуществляться расчетным или экспериментальным методами.

В случае отнесения отхода расчетным методом к 5-му классу опасности необходимо его подтверждение экспериментальным методом, выполняемым в специальных аккредитованных лабораториях. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом - отход может быть отнесен к 4-му классу опасности.

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом

Осуществляется на основании показателя (**К**), характеризующего степень опасности отхода при его воздействии на ОПС, рассчитанного по сумме

показателей опасности веществ, составляющих отход (далее компоненты отхода), для ОПС (K_i).

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа (исходные данные табл. 5).

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывается как соотношение концентраций компонента отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности для ОПС (W_i). Коэффициентом степени опасности компонента отхода для ОПС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается как мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС в различных природных средах в соответствии с табл. 2.

Таблица 1. Классы опасности отходов для окружающей природной среды

№ п/п	Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	1 КЛАСС ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ
2	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	2 КЛАСС ВЫСОКООПАСНЫЕ
3	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	3 КЛАСС УМЕРЕННООПАСНЫЕ
4	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет	4 КЛАСС МАЛООПАСНЫЕ
5	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	5 КЛАСС ПРАКТИЧЕСКИ НЕОПАСНЫЕ

Таблица 2. Степени опасности компонентов отхода для ОПС

N п/ п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1	ПДК _п (ОДК), мг/кг	< 1	1 – 10	10,1 – 100	> 100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	нет
3	ПДК _в (ОДУ, ОБУВ) мг/л	< 0,01	0,01 – 0,1	0,11 – 1	> 1
4	Класс опасности в воде хозяйственно – питьевого использования	1	2	3	4
5	ПДК _{р. х} (ОБУВ), мг/л	< 0,001	0,001-0,1	0,011- 0,1	> 0,1
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7	ПДК _{с. с.} (ПДК _{м. р.} , ОБУВ), мг/м ³	< 0,01	0,01- 0,1	0,11 – 1	> 1
8	Класс опасности в атм. воздухе	1	2	3	4
9	ПДК _{пш} (МДУ, МДС), мг/кг	< 0,01	0,01- 1	1,1 – 10	> 10
10	$Lg(S, \text{ мг/л} / \text{ ПДК}_{\text{в}}, \text{ мг/л})$	> 5	5 – 2	1,9 – 1	< 1
11	$Lg(C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{р.з}})$	> 5	5 – 2	1,9 – 1	< 1
12	$Lg(C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{с.с.}} \text{ или } \text{ ПДК}_{\text{м.р.}})$	> 7	7 – 3,9	3,8 – 1,6	< 1,6
13	$Lg K_{\text{ов}}$ (октанол/ вода)	> 4	4 – 2	1,9 – 0	< 0
14	LD_{50} , мг/кг	< 15	15-150	151- 5000	> 5000
15	LC_{50} , мг/м ³	< 500	500-5000	5001- 50000	> 50000
16	$LC_{50}^{\text{водн}}$, мг/л/96ч	< 1	1-5	5,1- 100	> 100
17	БД=БПК ₅ /ХПК 100%	< 0, 1	0,01-1,0	1,0- 10	> 10
18	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Скопление в одном из звеньев	Нет накопления
	Балл	1	2	3	4

Некоторые первичные показатели опасности компонентов отходов приведены в табл. 7, 8, 9, 10, 11.

Остальные показатели находятся в предлагаемой литературе [1,2,3,4].

В случаях отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках.

Если $S=\infty$, то $lg(S / \text{ПДК})=1$, если $S=0$, то $lg(S / \text{ПДК}) = 0$.

В перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путем деления числа установленных показателей n на 12 (N – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС).

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения.

Таблица 3. Диапазоны и баллы показателей информационных обеспечения компонентов отхода

ДИАПАЗОНЫ изменения показателя информационного обеспечения (n/N)	БАЛЛ
$< 0,5$ ($n < 6$)	1
$0,5 - 0,7$ ($n = 6 - 8$)	2
$0,71 - 0,9$ ($n = 9 - 10$)	3
$> 0,9$ ($n > 11$)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = \begin{cases} \rightarrow 4 - 4/Z_i & \text{для } 1 < Z_i < 2 \\ \rightarrow Z_i & \text{для } 2 < Z_i < 4 \\ \rightarrow 2 + 4/(6 - Z_i) & \text{для } 4 < Z_i < 5 \end{cases}$$

$$Z_i = 4 X_i / 3 - 1/3$$

Показатель степени опасности компонента отхода для ОПС K_i рассчитывается по формуле

$$K_i = C_i / W_i,$$

где C_i – концентрация i – го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

Обязательно выполнение условия: $C_1 + C_2 + \dots + C_i = 10^6$ мг/ кг.

W_i – коэффициент степени опасности i – го компонента опасного отхода для ОПС (мг/кг). Показатель степени опасности отхода для ОПС- K - рассчитывают по следующей формуле:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n,$$

где K – показатель степени опасности отхода для ОПС;

K_1, K_2, \dots, K_n - показатели степени опасности отдельных компонентов опасного отхода для ОПС.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4. Диапазоны степени опасности отхода и соответствующие им классы опасности отхода

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (K)
1	$10^6 \geq K > 10^4$
2	$10^4 \geq K > 10^3$
3	$10^3 \geq K > 10^2$
4	$10^2 \geq K > 10$
5	$K \leq 10$

3 Практическая часть

Задание к работе:

По своему варианту (варианты заданий представлены в табл. 5):

- 1 Установить степени опасности всех компонентов отхода для ОПС в различных природных средах.
- 2 Рассчитать относительный параметр опасности для каждого компонента отхода для ОПС (X_i).
- 3 4. Определить коэффициент степени опасности компонентов отхода для ОПС по каждому компоненту (W_i).
- 4 Рассчитать показатель степени опасности отхода по каждому компоненту (K_i) и показатель степени опасности отхода (K).
- 5 Установить класс опасности отхода по показателю степени опасности отхода для ОПС.

4 Результаты работы

Отчет должен содержать: цель работы; исходные данные; сводную таблицу результатов расчета (в виде табл.5); выводы.

Таблица 5. Результаты расчета по определению класса опасности отходов

	Первичные показатели опасности компонента отхода	Баллы, отражающие степень опасности i -го компонента отхода			
		А	Б	С	Д
1	ПДК _n (ОДК), мг/кг				
2	Класс опасности в почве				
3	ПДК _в (ОДУ, ОБУВ) мг/л				
4	Класс опасности в воде хозяйственно – питьевого использования				
5	ПДК _{р.х.} (ОБУВ), мг/л				
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования				
7	ПДК _{с.с.} (ПДК _{м.р.} , ОБУВ), мг/м ³				
8	Класс опасности в атмосферном воздухе				
9	ПДК _{мн} (МДУ, МДС), мг/кг				
10	$Lg(S, \text{ мг/л} / \text{ ПДК}_v, \text{ мг/л})$				
11	$Lg(C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{р.з.}})$				
12	$Lg(C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{с.с.}} \text{ или } \text{ ПДК}_{\text{м.р.}})$				
13	$Lg K_{ow}$ (октанол/ вода)				
14	LD_{50} , мг/кг				
15	LC_{50} , мг/м ³				
16	$LC_{50}^{\text{водн}}$, мг/л/96ч				
17	БД = БПК ₅ / ХПК 100%				
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)				
20	Показатель информационного обеспечения (n/N)				

Сумма баллов				
Относительный параметр опасности ОПС - (X_i)				
$Z_i = 4 X_i / 3 - 1/3$				
$Ig W_i$ и W_i				
Показатель степени опасности компонента отхода K_i				
Показатель степени опасности отхода для ОПС K				
Класс опасности отхода				

5 Варианты заданий

Таблица 6. Характеристика твердых промышленных отходов

№	Вид отхода	Химический состав, %
1	2	3
1	Гальванические шламы (пастообразные)	MgO 2, CaO 40, CuCl ₂ 25, ZnO 23,5, Fe ₂ O ₃ 9,5
2	Осадок из отстойников после очистки	Fe ₂ (OH) ₃ 35, Al ₂ O ₃ 13, CaO 38, MgO 14
3	Осадок очистки	ZnO 35, Cu ₃ (PO ₄) ₂ 27, Cd(OH) ₂ 12, CaO 26
4	Отходы ТЭЦ	SiO ₂ 87, CaO 6, Fe ₂ O ₃ 7
5	Отходы машиностроительного производства	SiO ₂ 51, Fe ₂ O ₃ 10, Cr ₂ O ₃ 17, БФ 8, ПХДВ 14
6	Гальванические шламы (пастообразные)	Cr(OH) ₃ 20, Cr ₂ O ₃ 12, Zn ₃ (PO ₄) ₂ 18, ZnO 15, CaO 35
7	Отходы металлургического производства	SiO ₂ 18, Fe ₂ O ₃ 23, Cr ₂ O ₃ 12, CaO 38, MnO ₂ 9
1	2	3
8	Шламы производства	Fe ₂ O ₃ 54, Cr ₂ O ₃ 19, CaSO ₄ 11, Mg(OH) ₂ 2, P ₂ O ₅ 14
9	Осадок очистки сточных вод	Fe ₂ O ₃ 24, Cr ₂ O ₃ 13, ZnO 8,5, MgO 25, Al ₂ O ₃ 15,5, CaO 14
10	Шламы пастообразные	Ni(OH) ₂ 38, NiO 15, Cd(OH) ₂ 17, SiO ₂ 20, P ₂ O ₅ 10
11	Осадок свинецсодержащий	PbO 25, PbCl ₂ 38, P ₂ O ₅ 27, SiO ₂ 7, ФМ 3
12	Отходы металлургии (твердые)	Cr ₂ O ₃ 17, Fe ₂ O ₃ 34, SiO ₂ 37, MnO ₂ 12
13	Отходы производства (твердые)	SiO ₂ 83, CaO 7, Fe ₂ O ₃ 10
14	Шламы отработанных технологических растворов	CuCl ₂ 17, CuSO ₄ 23, FeCl ₃ 23, Ca(OH) ₂ 32, SnCl ₂ 5
15	Отходы твердые	SiO ₂ 76, CaO 18, ФМ 6
16	Отходы гальванического производства (твердые)	PbO 54, Sn(OH) ₂ 8,2, SiO ₂ 13,8, CaO 24
17	Отходы очистки	CaF ₂ 72, FeF ₂ 25, SiO ₂ 3
18	Отходы производства (твердые)	SiO ₂ 76, CaO 18,2 ФМ 5,8
19	Отходы ТЭЦ	SiO ₂ 83, Fe ₂ O ₃ 30, CaO 15,
20	Отходы металлургические	SiO ₂ 41, Fe ₂ O ₃ 30, P ₂ O ₅ 9, CaO 15, МС 5
21	Отходы производства	SiO ₂ 41, Fe ₂ O ₃ 35, Al ₂ O ₃ 12, P ₂ O ₅ 12
22	Гальванические шламы	Cu(OH) ₂ 28, CuSO ₄ 15, MgO 32, Cu ₃ (PO ₄) ₂ 25

1	2	3
23	Шламы отработанных растворов гальванических производств	Cr(OH) ₂ 31, CaSO ₄ 35, ZnO 19, Fe ₂ O ₃ 15
24	Отходы производства	SiO ₂ 12, Fe ₂ O ₃ 23, Cr ₂ O ₃ 14,7, ИПБ 24,5, МС 25,8

Таблица 7. Растворимость вещества в воде (S,г/100 г воды) при 20 ° С

Вредное вещество	Растворимость компонента отхода (вещества) в воде
CaO	0,12
CaSO ₄	0,2036
MnO ₂	Нерастворимый
Al ₂ O ₃	Нерастворимый
CuSO ₄	20,7
CuCl ₂	72,7
FeCl ₃	91,9
PbCl ₂	0,99
SnCl ₂	269,8

Таблица 8. Средняя смертельная доза компонента в мг действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях (LD₅₀)

Вредное вещество	Химическая формула	LD ₅₀
α -Метилстирол	МС	4,9 г/кг
Меди оксид	Cu O	470
Кадмий гидроксид	Cd(OH) ₂	72,0

Таблица 9. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве

Вредное Вещество	Химическая формула, обозначение	ПДК _п , мг/кг	Класс опасности в почве
α – Метилстирол	МС	0,5	1
Алюминия оксид	Al ₂ O ₃	200	4
Бромформ	БФ	0,4	1
Железа оксид	Fe ₂ O ₃	200	4
Никеля оксид, гидроксид (по Ni)	NiO Ni (OH) ₂	4	1
Меди гидроксид, сульфат, хлорид (по Cu)	Cu (OH) CuSO ₄ CuCl ₂	3	1
Цинка оксид (по Zn)	ZnO	23	2
Свинца оксид, хлорид (по Pb)	PbO PbCl ₂	6	1
Изопропилбензол	ИПБ	0,5	1
Кальция оксид	CaO	1800	4

Кремния оксид	SiO ₂	10000	4
Марганца оксид	MnO ₂	1500	4
Перхлордивинил	ПХДВ	0,5	1
Фосфора оксид	P ₂ O ₅	200	4
Хрома оксид (по Cr-иону)	Cr ₂ O ₃	6	1
Фосфамид	ФМ	0,3	1

Таблица 10. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе

Вредное вещество	Химическая формула	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{мр} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³	Класс опасности в воздухе
Алюминия оксид	Al ₂ O ₃	0,02			2	
Магния оксид	MgO				10	3
Железа оксид	Fe ₂ O ₃	0,04			6	3
Кремния оксид	SiO ₂	0,05			2	
Хрома оксид	Cr ₂ O ₃	0,0015		0,01	0,01	1
Цинка оксид	ZnO				6	2
Кальция оксид	CaO			0,3	5	2
Кальция сульфат	CaSO ₄				2	2
Кальция фторид (по HF)	CaF ₂				1	2
Олова хлорид	SnCl ₂				2	
Кадмия гидроксид	Cd(OH) ₂				0,03	1
Марганца оксид	MnO ₂	0,001	0,01			2
Фосфора оксид	P ₂ O ₅				1	2
Бромформ	БФ	0,05				3
Перхлордивинил	ПХДВ					
Изопропилбензол	ИПБ	0,014	0,014			
α-Метилстирол	МС	0,04	0,04			
Фосфамид	ФМ	0,003	0,003			2

Таблица 11. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в водных объектах

Вредное вещество	Формула иона металла вещества	ПДК _{хп} , мг/м ³	ПДК _{рх} , мг/м ³	Класс опасности в воде хозяйственно – питьевого использования
Алюминий	Al ³⁺	0,5	-	2
Железо	Fe ³⁺	0,3	0,05	3
Медь	Cu ²⁺	1,0		3
Кадмий	Cd ²⁺	0,001		2
Никель	Ni ²⁺	0,1		3
Цинк	Zn ²⁺	5,0		3
Свинец	Pb ²⁺	0,03		2
Марганец	Mn ²⁺	0,1	0,01	3
Кремниевая кислота	по Si	10		2
Фосфаты	PO ₄ ³⁻	3,5		3

Сульфаты	SO ₄ ²⁻	500		4
Фториды	F ⁻	1,5		2
Хлориды	Cl ⁻	350		4
Кальций	Ca ²⁺	-	180	
Хром	Cr ⁶⁺	0,05	0,005	3
Бромоформ	БФ	0,1	0,001	2
Перхлордивинил	ПХДВ			
Изопропилбензол	ИПБ	0,1	0,1	3
α -Метилстирол	МС	0,1		3
Фосфамид	ФМ	0,03		4

Список литературы

1. Приказ № 511 Министерства природных ресурсов от 15.06.2001 г.
2. Беспмятнов Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л., Химия, 1995г.
3. Рыбальский Н. Г. и др. Экология и безопасность, справочник, ВНИИПИ,- М., 1994 г. Т. 1, 8 .
4. Вредные вещества в промышленности: справочник / под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной, Л.: Химия, 1976 г.
5. Справочник химика т. 2, 3, Издательство «Химия», Москва.