



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

<b>Специальность</b>	<b>21.05.04 Горное дело</b>
<b>Направленность (профиль)</b>	<b>Подземная разработка рудных месторождений</b>
<b>Уровень высшего образования</b>	<b>Специалитет</b> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>

Автор - разработчик: Кибанова Т.Н., канд. техн. наук, доцент  
Рассмотрено на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

**Практическая работа** - средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.

### **Практическая работа № 1**

#### **Оценка истощаемости природного ресурса**

Если известен уровень добычи природного ресурса в текущем году и потребление данного ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью прироста ежегодного потребления, то возможно оценить срок истощения данного природного ресурса. Для расчета используется сумма членов ряда геометрической прогрессии:

$$Q = \frac{q \left( (1 + TP/100)^t - 1 \right)}{TP/100},$$

где  $Q$  – запас ресурсов,  $q$  – годовая добыча ресурса,  $TP$  – прирост потребления ресурса,  $t$  – число лет.

Логарифмирование выражения для  $Q$  дает следующую формулу для расчета срока истощения ресурса:

$$t = \frac{\ln \left( \frac{QTP}{q100} + 1 \right)}{\ln(1 + TP/100)}.$$

Таким образом, можно прогнозировать темпы истощения природных ресурсов.

#### **Задание**

В таблице приведены исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов:

	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса $Q$ , млрд. т.	310	1280	110	0,0033	0,34	0,00028	0,046	0,19
Добыча ресурса $q$ , млн. т./год	3819	5000	1775	0,039	12	0,016	1,1	0,8
Прирост объема потребления ресурса, $TR$ % в год	2	4,5	4	2	3,5	3	1,5	2

Рассчитайте время истощения приведенных в таблице ресурсов. Сделайте вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов. Назовите меры, которые, по вашему мнению, помогут в решении проблемы истощения важнейших энергоресурсов.

### **Практическая работа № 2**

#### **Экологические нормативы**

Качество окружающей природной среды оценивается с помощью экологических нормативов (ПДК, ПДУ, ПДВ, НДС).

ПДК устанавливаются на основе комплексных исследований и постоянно контролируются органами Госкомсанэпиднадзора. В нашей стране действует более 1900 ПДК вредных веществ для водоемов, более 500 – для атмосферного воздуха и более 130 – для почв.

Для нормирования содержания вредных веществ в атмосферном воздухе установлены два дополнительных норматива – разовая и среднесуточная ПДК.

Максимально разовая ПДК (ПДКм.р) – концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 30 мин рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Среднесуточная ПДК (ПДКс.с) – концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

Для вредных веществ безопасная концентрация в окружающей среде определяется следующим выражением:

$$C_i \leq \text{ПДК} - C_{\phi},$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация вредного вещества;  $C_{\phi}$  – фоновая концентрация вредного вещества в воздухе, воде или почве.

При содержании в воздухе, воде или почве нескольких загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия, например, в воздухе SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> и формальдегида, общее загрязнение окружающей среды не должно превышать единицы:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация вредных веществ в воздухе, воде или почве,  $m$  – количество загрязняющих веществ.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) физического воздействия (радиационного воздействия, шума, вибрации, магнитных полей и др.) это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) и норматив допустимого сброса (НДС) – это максимальное количество загрязняющих веществ, которое может быть выброшено данным конкретным предприятием в атмосферу (ПДВ) или сброшено в водоем (НДС), не вызывая при этом превышения в них ПДК загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

### Задание 1

Пользуясь данными таблицей, рассчитайте размеры лесопарковой зоны г. Екатеринбурга, учитывая, что численность городского населения составляет 520 тыс. человек. Сделайте вывод о том, насколько г. Екатеринбург отвечает требованиям ВОЗ по размерам лесопарковой зоны. ВОЗ считает, что на одного гражданина должно приходиться 50 м<sup>2</sup> городских зеленых насаждений и 300 м<sup>2</sup> пригородных.

#### *Рекомендуемые размеры лесопарковой зеленой зоны в городах РФ*

Численность городского населения, тыс. человек	Размеры лесопарковой зоны, га/1000чел.
500-1000	25
250-500	20
100-250	15
До 100	10

## Задание 2

ПДК диоксида азота в воздухе рабочей зоны 2 мг/м<sup>3</sup>. Концентрация диоксида азота, измеренная автоматическим газоанализатором, равна 0,005 % об. Превышает ли фактическая концентрация норму?

## Практическая работа № 3

### Загрязнители атмосферного воздуха

Основными загрязнителями атмосферного воздуха, образующимися как в процессе хозяйственной деятельности человека, так и в результате природных процессов, являются диоксид серы SO<sub>2</sub>, диоксид углерода CO<sub>2</sub>, оксиды азота NO<sub>x</sub>, твердые частицы – аэрозоли. Их доля составляет 98 % в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо этих основных загрязнителей, в атмосфере наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ: формальдегид, фенол, бензол, соединения свинца и других тяжелых металлов, аммиак, сероуглерод и др. ПДК некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест приведены в таблице:

*Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест*

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	
		максимально-разовая ПДК <sub>м.р</sub>	среднесуточная ПДК <sub>с.с</sub>
Азота диоксид NO <sub>2</sub>	2	0,085	0,04
Азота оксид NO	3	0,4	0,06
Аммиак	4	0,2	0,04
Ацетон	3	0,35	–
Бензин	4	5,0	1,5
Ртуть	1	–	0,0003
Сажа	3	0,15	0,05
Сероводород H <sub>2</sub> S	2	0,008	–
Серы диоксид SO <sub>2</sub>	3	0,5	0,05
Углерода диоксид CO	4	5,0	3,0
Фенол	2	0,01	0,003
Формальдегид	2	0,035	0,003

### Задание 1

В помещении длиной  $A$ , шириной  $B$  и высотой  $H$  разбился медицинский ртутный термометр. Вся ртуть испарилась. Вес испарившейся ртути  $M$ . ПДК<sub>Hg</sub> = 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. Можно ли находиться в помещении с образовавшимися парами ртути? Какой объем должно иметь помещение, чтобы в нем можно было находиться при таком общем количестве ртути в воздухе? Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	A, м	B, м	H, м	M, г
1	6	3	3,0	0,5
2	8	6	3,0	1,0
3	6	4	3,2	1,5
4	10	8	3,2	2,0
5	12	8	3,2	2,5
6	9	5	3,2	0,5
7	7	6	3,5	1,0
8	11	7	3,5	1,5
9	12	7	3,8	2,0
10	7	5	3,8	2,5

#### Практическая работа № 4

##### Расчет необходимой степени очистки сточных вод

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используют ПДК.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ). Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования используют три вида ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

При сбросе сточных вод в водные объекты необходимо, чтобы вода водного объекта удовлетворяла санитарным требованиям в соответствии с неравенством:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в водоеме, относящихся к одному и тому же ЛПВ;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества,  $m$  – количество загрязняющих веществ с одинаковым ЛПВ.

Уравнение для расчета необходимой степени очистки сточных вод:

$$\mathcal{E}_i = \left[ 1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\phi i}}{\text{ПДК}_i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\text{ис.}i}}{\text{ПДК}_i}} \right] 100.$$

##### Задание 1

Определите необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ, если в сточных водах содержатся следующие загрязнители:

$C_{\text{исNi}} = 1,15$  мг/л,  $C_{\text{исMo}} = 1,1$  мг/л,  $C_{\text{исAs}} = 0,6$  мг/л. Кратность разбавления сточных вод  $n = 65$ .

Вода до места сброса характеризуется следующими показателями:  $C_{\phi\text{Ni}} = 0,003$  мг/л,  $C_{\phi\text{Mo}} = 0,15$  мг/л,  $C_{\phi\text{As}} = 0,002$  мг/л. ПДК указанных веществ:  $\text{ПДК}_{\text{Ni}} = 1,1$  мг/л,  $\text{ПДК}_{\text{Mo}} = 0,5$  мг/л,  $\text{ПДК}_{\text{As}} = 0,06$  мг/л.

## Практическая работа № 5

### Защита литосферы. Определение класса опасности отходов

Класс опасности отходов определяется инструментальным и расчетным методами. Метод инструментального измерения заключается в определении показателей экотоксичности отхода и водномиграционного показателя. Если в составе отхода присутствуют органические или биогенные вещества, проводят тест на устойчивость к биодegradации для определения возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности. В таблице приведены критерии отнесения опасных отходов к классам опасности:

*Критерии отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей среды*

Состояние окружающей среды при воздействии на нее отходов	Уровень потери экологического качества окружающей среды	Класс опасности отходов для окружающей среды
1. Биопродуктивность природной среды нулевая. 2. Природные сферы необратимо нарушены, восстановление природной среды практически невозможно – «абиотическая пустыня»	Чрезвычайно высокий	I Класс, высоко опасные
1. Невозможно существование естественных биоценозов; искусственные биоценозы могут существовать только при постоянном их поддержании. 2. Природные сферы сильно нарушены; самовосстановление природной среды невозможно.	Высокий	II Класс, опасные
1. Природные биоценозы сильно угнетены. 2. Природная среда не способна к самовосстановлению при данных деградиционных нагрузках.	Средний	III Класс, умеренно опасные
1. Заметное угнетение биоценозов. 2. Наличие обратимых нарушений природных сфер.	Низкий	IV Класс, мало опасные
1. Отсутствие угнетения естественных и антропогенных биоценозов. 2. Отсутствие нарушений природной среды.	Условно нулевой	V Класс, практически не опасные

Показатель опасности компонента отхода  $K_i$  – рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i/W_i,$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в отходе, мг/кг отхода;  $W_i$  – ко-ээффициент экологической опасности  $i$ -го компонента отхода.

Показатель экологической опасности отхода  $K$  определяется как сумма показателей опасности отдельных компонентов:

$$K = \sum_{i=1}^n K_i,$$

где  $n$  – количество отдельных компонентов в отходах.

Отнесение отхода к классу опасности расчетным методом по показателю экологической опасности отхода осуществляется в соответствии с таблицей:

*Определение класса опасности отхода*

Класс опасности отхода	Показатель экологической опасности отхода
I	$10^4 < K \leq 10^5$
II	$10^3 < K \leq 10^4$
III	$10^2 < K \leq 10^3$
IV	$10 < K \leq 10^2$
V	$K < 10$

Коэффициент  $W_i$  рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\begin{aligned} \lg W_i &= 4 - 4/Z_i, \text{ при } 1 < Z_i < 2; \\ \lg W_i &= Z_i, \text{ при } 2 < Z_i < 4; \\ \lg W_i &= 2 + 4/(6 - Z_i), \text{ при } 4 < Z_i < 5; \end{aligned}$$

где

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

Относительный параметр экологической опасности компонента отхода ( $X_i$ ) рассчитывают по установленным уровням технологической опасности компонентов делением суммы баллов по всем параметрам на количество этих параметров.

$$X_i = \frac{\text{сумма баллов}}{\text{число параметров опасности}}$$

**Задание 1**

Отход производства красителей состоит из смеси порошков п-бензохинона и α-нафтохинона в соотношении 1:2. Общая масса отхода 14 кг, из них 6 кг представляют собой практически неопасные вещества ( $X_i = 4$ ,  $W_i = 106$ ). Из справочных данных известны показатели опасности ингредиентов:

Отход	LD <sub>50</sub> , мг/кг	ПДК <sub>р.з.</sub> , мг/м <sup>3</sup>
п-бензохинон	250	0.05
Класс опасности	III	II
α-нафтохинон	190	0.05
Класс опасности	III	II

Определите класс опасности отхода.