

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра геоэкологии

ЭКОЛОГИЯ

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.01

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 628.395 (073)

ЭКОЛОГИЯ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.С. Кузнецов*. СПб, 2019. 25 с.

Предложен взаимосвязанный комплекс заданий по оценке воздействия горного производства на компоненты природной среды, экологического состояния атмосферы, гидросферы, почвы в зоне действия горных предприятий.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Экология» и предназначены для студентов очной формы обучения специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия».

Научный редактор проф. *М.А. Пашкевич*

Рецензент канд. техн. наук. *М.В. Сахарова* (Комитет по природным ресурсам Ленинградской области).

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью решения задач по дисциплине «Экология» является приобретение студентами практических навыков в области решения прикладных задач, нацеленных на природоохранную проблематику, графическое оформление решений, адекватных реально существующим природно-техническим экосистемам, формирование новых моделей, способных лечь в основу перспективных нормативных разработок. Задача выполнения практических заданий состоит и в том, чтобы с применением полученных навыков будущий горный инженер оказался способен качественно и/или количественно оценить степень опасности планируемого или действующего предприятия в целом или на уровне отдельных технологических элементов. Чувствительность компонент экосистем к детерминированным формам загрязнения и нарушения следует трактовать как ориентировку на определенный круг производственных задач, в результате решения которых студент должен:

- знать общие закономерности формирования ореолов загрязнения в воздушном и водном бассейнах и методы их расчета при заданных начальных и граничных условиях;
- уметь, отталкиваясь от общих представлений об объекте природопользования, сформировать упрощенную модель источника нарушения и/или загрязнения.

При формировании конечного решения студенту следует обращаться к курсу «высшей математики», лекционным материалам по «экологии» и стандартному программному обеспечению учебного процесса.

Практическая работа № 1

Рассчитать величину максимальной концентрации вредного вещества у земной поверхности, прилегающей к промышленному предприятию, расположенному на ровной местности, при выбросе из трубы нагретой газовой смеси.

Указания к работе

1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m , мг/м³, при выбросе нагретой газовой смеси из одиночного источника при неблагоприятных метеорологических условиях определить по формуле (1.1):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}, \quad (1.1)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе (принять $A=180$);

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для газообразных вредных веществ $F = 1$);

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной местности $\eta=1$);

m, n - безразмерные коэффициенты, вычисляемые согласно п.2.

2. Для определения C_m необходимо:

Рассчитать среднюю скорость w_0 , м/с, выхода газовой смеси из устья источника выброса:

$$w_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}, \quad (1.2)$$

Значения коэффициентов m и n определить в зависимости от параметров f и v_m , м/с:

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (1.3)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q \cdot \Delta T}{H}}, \quad (1.4)$$

Коэффициент m определить в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (1.5)$$

Коэффициент n определить в зависимости от величины v_m

При $v_m \geq 2$	$n = 1;$
При $0,5 \leq v_m < 2$	$n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13;$
При $v_m < 0,5$	$n = 4,4 v_m.$

3. При неблагоприятных метеорологических условиях максимальная приземная концентрация вредных веществ достигается на расстоянии от источника выброса X_m (м):

$$X_m \approx (5 \div 6) H, \quad (1.6)$$

4. Определить фактическую концентрацию вредного вещества у поверхности земли с учетом фонового загрязнения воздуха.

5. Дать оценку рассчитанного уровня загрязнения воздуха в приземном слое промышленными выбросами путем сравнения со среднесуточной предельно допустимой концентрацией (ПДК) (приложение 1).

Вариант исходных данных принять по номеру в журнале группы (табл. 1).

Таблица 1.

Исходные данные к работе №1	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фоновая концентрация вредного вещества в приземном воздухе $C_{ф}, \text{мг/м}^3$	0,025	0,21	0,04	0,07	0,045	0,9	0,24	0,4	0,7	0,02
Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, $M, \text{г/с}$	2,5	16,4	14,8	4,5	7,5	10,5	14,2	12,4	7,8	9,6
Объем газовой смеси, выбрасываемой из трубы, $Q, \text{м}^3/\text{с}$	3,2	4,2	5,5	2,4	3,1	5,2	3,7	2,6	3,3	6,1
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха $\Delta T, \text{°C}$	10	12	14	16	18	13	15	17	12	13
Высота трубы $H, \text{м}$	31	23	35	32	45	33	43	54	64	50
Диаметр устья трубы $D, \text{м}$	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0
Выбрасываемые вредные вещества	4	3	2	1	1	2	3	4	1	2

Примечание. В таблице цифрами обозначены выбрасываемые вещества: 1 - оксид азота (NO); 2 - оксид углерода (CO); 3 - диоксид азота (NO₂); 4 - диоксид серы (SO₂).

Продолжение таблицы 1.

Исходные данные к работе № 1	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Фоновая концентрация вредного вещества в приземном воздухе $C_{ф}$, мг/м ³	0,03	0,5	0,07	0,09	0,025	0,2	0,11	0,21	0,04	0,02
Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, M , г/с	5	8	7	4,5	7,5	4,5	6,2	3,4	8,4	7,3
Объем газовой смеси, выходящей из трубы, Q , м ³ /с	6,1	3,4	5,5	4,2	1,8	2,5	1,7	3,1	2,4	4,2
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха ΔT , °C	12	14	16	18	13	15	17	12	13	10
Высота трубы H , м	27	42	55	20	41	37	25	31	42	64
Диаметр устья трубы D , м	0,9	0,8	0,9	0,7	1,1	0,75	1,3	0,65	0,55	0,7
Выбрасываемые вредные вещества	1	2	3	4	4	2	3	1	3	4

Примечание. В таблице цифрами выбрасываемые вещества: 1 - оксид азота (NO); 2 - оксид углерода (CO); 3 - диоксид азота (NO₂); 4 - диоксид серы (SO₂).

Практическая работа № 2

Определить величину предельно допустимого выброса (ПДВ) несгоревших мелких частиц топлива (сажи), выбрасываемых из трубы котельной. Рассчитать максимально допустимую концентрацию сажи около устья трубы.

Указания к работе

1. Предельно допустимый выброс ПДВ, г/с, нагретого вредного вещества из трубы в атмосферу, при котором содержание его в приземном слое не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК), определяется по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

где ПДК - максимальная разовая предельно допустимая концентрация, мг/м³, (принимается по прил. 2);

C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества в атмосфере, мг/м³;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для крупнодисперсной пыли $F = 2,5$);

A, m, n, η - параметры, определяемые аналогично заданию 1.

3. Для возможности сравнения с фактической (измеряемой приборами) рассчитать величину максимально допустимой концентрации сажи в выбросах около устья трубы, г/м³:

$$C_{MT} = \frac{ПДВ}{Q}, \quad (2.2)$$

Q - объем газовойдушной смеси, выбрасываемой из трубы, м³/с.

4. Сравнить ПДВ с заданным выбросом сажи M и сделать выводы о возможности работы котельной.

Вариант исходных данных принять по номеру в журнале группы (табл. 2).

Таблица 2.

Исходные данные к работе № 2	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фоновая концентрация сажи в приземном воздухе $C_{\text{ф}}$, мг/м ³	0,03	0,5	0,07	0,09	0,05	0,2	0,11	0,21	0,04	0,02
Масса сажи, выбрасываемой в атмосферу, M , г/с	4,5	7,8	4,2	3,6	4,4	3,9	5,3	9,7	4,2	1,8
Объем газовой смеси, выбрасываемой из трубы, Q , м ³ /с	5,2	5,4	5,6	5,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,2	5,4
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха ΔT , °C	10	12	14	16	18	13	15	17	12	13
Высота трубы H , м	27	42	55	20	41	37	25	31	42	64
Диаметр устья трубы D , м	0,9	0,8	0,9	0,7	1,1	0,75	1,3	0,6	0,75	0,7

Продолжение таблицы 2.

Исходные данные к работе № 2	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Фоновая концентрация сажи в приземном воздухе $C_{\text{фв}}$, мг/м ³	0,3	0,07	0,04	0,05	0,03	0,4	0,03	0,61	0,05	0,05
Масса сажи, выбрасываемой в атмосферу, M , т/с	7,5	5,8	6,2	8,6	3,4	7,9	9,3	2,7	5,2	3,8
Объем газовой смеси, выбрасываемой из трубы, Q , м ³ /с	3,2	4,2	5,5	2,4	3,1	5,2	3,7	2,6	3,3	6,1
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха ΔT , °С	10	12	14	16	18	13	15	17	12	13
Высота трубы H , м	31	23	35	32	45	33	43	54	64	50
Диаметр устья трубы D , м	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0

Практическая работа № 3

Определить основные размеры нефтеловушки, используемой в качестве первой ступени очистки воды в оборотной системе водоснабжения промывочно-пропарочной станции, и эффективность ее работы.

Указания к работе

1. Определить максимальный секундный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$ через одну секцию нефтеловушки по формуле:

$$Q_{\max} = \frac{k_n \cdot P_{\text{Ц}} \cdot N}{n \cdot 24 \cdot 3600}, \quad (3.1)$$

2. Определить требуемую ширину B , м, каждой секции нефтеловушки из условия пропуска Q_{\max} по формуле

$$B = \frac{Q_{\max}}{v_g \cdot H}, \quad (3.2)$$

Значение B , м, округлить до целых значений в большую сторону.

3. Для предварительного расчета размеров нефтеловушки принять ламинарный характер потока воды в отстойной зоне при постоянных скоростях движения воды v_b и всплытия частиц нефтепродуктов $v_{\text{ч}}$.

Скорость всплытия частиц нефтепродуктов $v_{\text{ч}}$, м/с, найти из условия равенства выталкивающей архимедовой силы и силы вязкого сопротивления воды по формуле

$$v_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot g \cdot r_{\text{ч}}^2}{9 \cdot \gamma} \cdot \frac{\rho_{\text{ч}}}{\rho_g}, \quad (3.3)$$

где g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

$R_{\text{ч}}$ - радиус (размер) улавливаемых частиц нефтепродуктов, м;

$\rho_{\text{ч}}$, ρ_b - соответственно плотности частиц нефтепродуктов и воды, $\text{кг}/\text{м}^3$ (принять самостоятельно по справочным данным);

γ - кинематическая вязкость воды, $\text{м}^2/\text{с}$, зависящая от температуры, для 20°C $\gamma = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

4. Длина отстойной зоны нефтеловушки L , м, определяется из условия равенства времени всплытия нефтешагчастиц на поверхность и времени прохождения потока воды в отстойной зоне:

$$L = \frac{V_g}{V_q} \cdot H \quad (3.4)$$

5. С учетом реальных турбулентных процессов, происходящих в нефтеловушке, действительная скорость всплытия нефтешагчастиц будет равна:

$$v'_q = v_q - w \quad (3.5)$$

где w - вертикальная турбулентная составляющая скорости, м/с; с достаточной для практики точностью может быть принята равной $0,04v_{в}$.

6. Уточнить длину отстойной зоны нефтеловушки по формуле:

$$L' = \frac{V_g}{v'_q} \cdot H \quad (3.6)$$

Найденное значение L' , м, округлить до целого значения в большую сторону.

7. Эффективность работы нефтеловушки по уменьшению концентрации нефтепродуктов в очищаемой воде определить по формуле

$$\eta = 1 - e^{-v_q \cdot L' / (v_g \cdot H)} \quad (3.7)$$

8. Вычислить фактическую концентрацию нефтепродуктов на выходе нефтеловушки, г/м³:

$$C_{ф} = C_{н}(1-\eta) \quad (3.8)$$

Сравнить ее с допустимой по условиям задачи C_k и сделать выводы. Допустимая концентрация нефтепродуктов на выходе нефтеловушки $C_k=150$ г/м³.

Вариант исходных данных принять по номеру в журнале группы (табл. 3).

Таблица 3.

Исходные данные к работе № 3	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество обрабатываемых цистерн в сутки N , шт.	100	120	150	200	110	160	210	200	180	170
Расход воды на промывку одной цистерны $P_{\text{пр}}$, м ³	15	20	17	16	25	20	15	16	18	21
Скорость движения воды в отстойной зоне нефтеловушки, $v_{\text{в}}$, м/с	0,005	0,010	0,003	0,008	0,004	0,011	0,006	0,005	0,010	0,007
Глубина проточной части отстойной зоны нефтеловушки H , м	2,0	1,9	2,2	3,0	2,4	2,1	1,8	3,1	2,8	2,3
Наименьший размер улавливаемых частиц нефтепродуктов в сточной воде $r_{\text{ср}}$, 10^{-6} м	50	60	40	80	50	70	60	70	80	70
Начальная концентрация нефтепродуктов в очищаемой воде $C_{\text{ис}}$, г/м ³	920	860	780	640	900	1000	550	880	1100	950

Примечания: 1. Коэффициент часовой неравномерности поступления очищаемой воды $k_{\text{н}} = 1,5$; 2. Число секций в нефтеловушке $n = 3$; 3. Температура оборотной воды, подаваемой в нефтеловушку, не ниже 20 °С.

Продолжение таблицы 3.

Исходные данные к работе № 3	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Количество обрабатываемых цистерн в сутки N , шт.	110	140	130	220	150	170	190	250	160	120
Расход воды на промывку одной цистерны $P_{\text{пр}}$, м ³	16	21	15	14	24	18	13	14	17	24
Скорость движения воды в отстойной зоне нефтеловушки, $v_{\text{в}}$, м/с	0,005	0,010	0,003	0,008	0,004	0,011	0,006	0,005	0,010	0,007
Глубина проточной части отстойной зоны нефтеловушки H , м	2,0	1,9	2,2	3,0	2,4	2,1	1,8	3,1	2,8	2,3
Наименьший размер улавливаемых частиц нефтепродуктов в сточной воде $r_{\text{в}}$, 10 ⁻⁶ м	50	60	40	80	50	70	60	70	80	70
Начальная концентрация нефтепродуктов в очищаемой воде $C_{\text{пр}}$, г/м ³	980	760	980	690	870	960	450	970	1200	830

Примечания: 1. Коэффициент часовой неравномерности поступления очищаемой воды $k_{\text{н}} = 1,5$; 2. Число секций в нефтеловушке $n = 3$; 3. Температура оборотной воды, подаваемой в нефтеловушку, не ниже 20 °С.

Практическая работа № 4

Рассчитать время осветления сточных вод от взвешенных частиц, основные размеры отстойника и массу уловленного осадка.

Указания к работе

1. Определить необходимый эффект осветления сточной воды, Θ , %, по формуле:

$$\Theta = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где C_k - допустимая конечная концентрация взвешенных частиц в осветленной воде (принять $C_k = 100 \text{ г/м}^3$).

2. Определить секундный расчетный расход сточных вод, q , $\text{м}^3/\text{с}$,

$$q = \frac{k_n \cdot Q}{24 \cdot 3600}, \quad (4.2)$$

где k_n - коэффициент неравномерности поступления сточных вод в отстойник (принимается $k_n = 2,0$).

3. Рассчитать условную гидравлическую крупность u_o , мм/с , по формуле:

$$u_o = \frac{1000 kH}{\alpha t \left(\frac{kH}{h} \right)^n} - w \quad (4.3)$$

где k - коэффициент, зависящий от типа отстойника (принимается для горизонтальных отстойников $k = 0,5$; вертикальных — $k = 0,35$);

α - коэффициент, учитывающий влияние температуры сточной воды на ее вязкость (определяется по таблице 4);

Таблица 4.

$T, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30
α	1,3	1,14	1,0	0,9	0,8

t - продолжительность отстаивания в эталонном цилиндре, с, соответствующая необходимому эффекту осветления \mathcal{E} , % (величина t определяется по приложению 2);

H - высота эталонного цилиндра, м, принимается равной 0,5 м;

N - коэффициент, зависящий от свойств взвешенных веществ; принимается для коагулирующих взвешенных веществ $n = 0,25$, мелкодисперсных минеральных $n = 0,4$, структурных тяжелых $n = 0,6$;

W - вертикальная турбулентная составляющая скорости движения воды, мм/с, препятствующая выпадению взвешенных частиц в осадок (при исходных значениях ν величина w близка к нулю).

4. Определить основные размеры отстойников.

4.1. Радиус вертикальных отстойников R , м, устанавливается по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{1000 \cdot q}{\pi \cdot k_0 \cdot u_0}}, \quad (4.4)$$

где k_0 - коэффициент использования объема отстойника (принимается для отстойников с центральной впускной трубой $k_0 = 0,35$).

4.2. Ширина B , м, и длина L , м, горизонтальных отстойников рассчитываются по формулам:

$$B = \frac{q}{\nu \cdot H} \cdot 10^3 \quad (4.5) \quad L = \frac{\nu \cdot H}{k_0 \cdot u_0} \quad (4.6)$$

где k_0 - коэффициент объемного использования (принимается $k_0 = 0,5$).

5. Определить массу уловленного осадка, т/сутки, по формуле:

$$M_{OC} = 1,2 C_H \cdot \mathcal{E} \cdot Q \cdot 10^{-8} \quad (4.7)$$

где размерности: C_H [г/м³], \mathcal{E} [%], Q [м³/сутки].

Вариант исходных данных принять по номеру в журнале группы (табл. 5).

Таблица 5.

Исходные данные к работе № 4	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем сточных вод, подлежащих очистке, Q , $10^3 \text{ м}^3/\text{сутки}$	14	18	21	15	19	13	17	16	22	10
Начальная концентрация взвешенных частиц в сточной воде $C_{\text{вз}}$, г/м ³	240	290	300	250	450	230	400	520	610	650
Средняя скорость потока в рабочей зоне отстойника v , мм/с	7	9	6	4	8	9	4	7	8	5
Глубина прогонной части (высота зоны охлаждения) отстойника H , м	4,0	2,5	3,0	3,2	1,8	2,1	3,6	3,1	2,6	3,4
Тип отстойника	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г
Характеристика взвешенных частиц	к.в.	м.м.	с.т.	к.в.	м.м.	с.т.	к.в.	м.м.	к.в.	с.т.
Температура сточной воды T , °С	17	29	22	12	26	18	19	27	24	13

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: В - вертикальный; Г - горизонтальный; к.в. - коагулирующие взвешенные вещества; м.м. - мелкодисперсные минеральные вещества; с.т. - структурные тяжелые взвешенные вещества.

Продолжение таблицы 5.

Исходные данные к работе № 4	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Объем сточных вод, подлежащих очистке, Q , $10^3 \text{ м}^3/\text{сутки}$	12	16	19	13	17	11	15	14	20	18
Начальная концентрация взвешенных частиц в сточной воде $C_{\text{вз}}$, $\text{г}/\text{м}^3$	230	270	280	240	430	200	380	400	580	710
Средняя скорость потока в рабочей зоне отстойника v , $\text{мм}/\text{с}$	7	9	6	4	8	9	4	7	8	5
Глубина проточной части (высота зоны охлаждения) отстойника H , м	3,0	2,5	4,0	3,2	2,1	3,0	3,6	3,1	2,6	3,4
Тип отстойника	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г
Характеристика взвешенных частиц	к.в.	м.м.	с.т.	к.в.	м.м.	с.т.	к.в.	м.м.	к.в.	с.т.
Температура сточной воды T , $^{\circ}\text{C}$	20	30	22	14	24	16	15	25	23	19

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: В - вертикальный; Г - горизонтальный; к.в. - коагулирующие взвешенные вещества; м.м. - мелкодисперсные минеральные вещества; с.т. - структурные тяжелые взвешенные вещества.

Практическая работа № 5

Определить основные параметры и концентрации загрязняющих веществ в пылегазовом облаке, а также значения валового выброса пыли при проведении взрывных работ на карьере.

Указания к работе

Загрязнение атмосферного воздуха при взрывных работах в карьерах происходит за счет пыли и вредных газов, образующихся при взрывах, и выделения газов из взорванной горной массы.

При расчетах рассеивания в атмосфере вредных выбросов из карьеров пылегазовое облако и взорванную горную массу следует рассматривать как два самостоятельных источника загрязнения атмосферы.

Пылегазовое облако - мгновенный залповый неорганизованный выброс пыли и нагретых газов, включая окись углерода и окислы азота.

Взорванная горная масса - постоянно действующий в течение периода ее экскавации источник неорганизованных выбросов окислов углерода и азота.

Для проведения расчетов рассеивания в атмосфере пылегазового облака необходимо определить его основные параметры, включая объем, высоту подъема, температуру, концентрацию в нем вредных веществ и их валовое количество.

1. Определение основных параметров пылегазового облака.

Объем пылегазового облака (V_0), рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V_0 = 44000 \cdot A^{1.08}, \text{ м}^3 \quad (5.1)$$

где: A - количество взорванного взрывчатого вещества, т.

Высота подъема пылегазового облака (H_0) определяется по формуле:

$$H_0 = B \cdot (164 + 0,258 \cdot A), \text{ м} \quad (5.2)$$

где: B - безразмерный коэффициент, учитывающий глубину схватывания (при глубине до 15 м $B=1$; при более глубоких скважинах

$B=0,8$)

Температура газов в облаке (T_0) рассчитывается по формуле:

$$T_0 = T_B + \Delta T, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

где: T_B - температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$;

ΔT - перегрев пылегазового облака относительно окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$ (определяется по таблице 6).

Таблица 6.

Значение ΔT в зависимости от количества взорванного взрывчатого вещества

$A, \text{ т}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\Delta T, \text{ } ^\circ\text{C}$	0,40	0,60	0,97	1,40	1,79	2,24	2,62	3,44	4,09	4,80

2. Определение концентрации вредных веществ в пылегазовом облаке.

Концентрация i -го вредного вещества в пылегазовом облаке C_i определяется по формуле:

$$C_i = \frac{10^9 \cdot g_i \cdot A}{V_0} \left(1 - \frac{r}{100} \right), \text{ мг/м}^3 \quad (5.4)$$

где: g_i - удельное выделение вредного i -го вещества при взрыве 1 т ВВ, т/т;

r - эффективность применяемых при взрыве средств пылегазоподавления, %. Значения r приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Показатели эффективности технических средств по пылеподавлению

Название мероприятий	Значения коэффициента r , %
1. Гидрогелевая забойка скважин	44
2. Внешняя гидрозабойка	53
3. Внутренняя гидрозабойка	50
4. Комбинация внешней и внутренней гидрозабойки	89
5. Отсутствие пылеподавления	0

3. Расчет валовых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Расчет валовых выбросов при взрывах осуществляется для каждого вредного вещества отдельно.

Для конкретного взрыва расчет количества вредного вещества, выбрасываемого с пылегазовым облаком за пределы карьера, производится по формуле:

$$M_i = k_i \cdot g_i \cdot A \cdot \left(1 - \frac{r}{100}\right), \text{ т} \quad (5.5)$$

где: k_i - безразмерный коэффициент, учитывающий гравитационное оседание i -го вредного вещества в пределах карьера; принимается равным для $k_{\text{пыли}} = 0,16$; $k_{\text{газов}} = 1$.

Количество выделяющейся после взрыва из горной массы окиси углерода $M_{Г.М.}^{CO}$ определяется по формуле:

$$M_{Г.М.}^{CO} = 0,5 g_i \cdot A \cdot \left(1 - \frac{r}{100}\right), \text{ т} \quad (5.6)$$

Для пыли и окислов азота выделение из горной массы следует принимать равным нулю.

Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ выделяющихся в атмосферу в течение года определяется по формуле:

$$M_i^{год} = \alpha_i \cdot k_i \cdot g_i \cdot A_{Г} \cdot \left(1 - \frac{A_M}{A_{Г}} \cdot \frac{r}{100}\right), \text{ т} \quad (5.7)$$

где $M_i^{год}$ - годовой выброс i -го вредного вещества, т;

α_i - коэффициент, учитывающий выделение i -го вредного вещества из взорванной горной массы; для окиси углерода $\alpha_{CO} = 1,5$; для окислов азота и пыли $\alpha_{NO_x, SiO_2} = 1$;

k_i - безразмерный коэффициент, учитывающий гравитационное оседание i -го вредного вещества в пределах карьера; принимается равным для $k_{пыли} = 0,16$; $k_{газов} = 1$;

g_i - удельное выделение вредного i -го вещества при взрыве 1 т ВВ, т/т;

A_T - годовой расход ВВ, т/год;

A_M - расход ВВ, взорванных с применением мер по пылеподавлению, т/год.

Исходные данные для работы представлены в приложении 3.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики / М. – 1964. – 286 С.
2. Панов Д.Ю. Справочник по численному решению дифференциальных уравнений в частных производных / М. – 1995. – 183 С.
3. Стадницкий Г.В. Экология: учебник для вузов. – СПб.: Химиздат, 2007
4. Эльсгольц Л.Э. Обыкновенные дифференциальные уравнения / М. – 1954. – 105 С.

Приложение 1
Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		максимальная разовая	среднесуточная
Азота диоксид NO ₂	2	0,085	0,04
Азота оксид NO	3	0,6	0,06
Пыль неорганическая	3	0,5	0,15
Сажа	3	0,15	0,05
Серы диоксид SO ₂	3	0,5	0,05
Углерода оксид CO	4	5,0	3,0

Приложение 2
Продолжительность отстаивания сточных вод в цилиндре высотой 0,5 м в зависимости от эффекта осветления

Эффект осветления, %	Продолжительность отстаивания, с, взвешенных веществ при их концентрации, г/м ³										
	коагулирующих				мелкодисперсных минеральных				структурных тяжелых		
	100	200	300	500	500	1000	2000	3000	200	300	400
20	600	300	-	-	150	140	100	40	-	-	-
30	900	540	320	260	180	150	120	50	-	-	-
40	1320	650	450	390	200	180	150	60	75	60	45
50	1900	900	640	450	240	200	180	80	120	90	60
60	3800	1200	970	680	280	240	200	100	180	120	75
70	-	3600	2600	1830	360	280	230	130	390	180	130
80	-	-	-	5260	1920	690	570	370	300	580	380
90	-	-	-	-	-	2230	1470	1080	-	-	-
100							600	850			

Приложение 3

Исходные данные для работы № 5

Вариант	A, т	Глубина скважины, м	$T_0^{\circ C}$	r, %	$g_{\text{пыли}}$, т/т	g_{CO} , т/т	g_{NO_x} , т/т	A_m , т/год	A_G , т/год
1	25	<15 м	15	44	0,0945	0,01300	0,00140	217	650
2	35	>15 м	16	53	0,0640	0,01500	0,00130	303	910
3	40	<15 м	17	50	0,5260	0,01900	0,00013	347	1040
4	55	>15 м	18	89	0,1000	0,02150	0,00008	477	1430
5	60	<15 м	19	0	0,0413	0,02250	0,00293	0	1560
6	80	>15 м	20	44	0,0322	0,02500	0,00260	693	2080
7	75	<15 м	22	53	0,0640	0,03500	0,00156	650	1950
8	90	>15 м	25	50	0,0583	0,04400	0,00150	780	2340
9	95	<15 м	27	89	0,1080	0,00360	0,00800	823	2470
10	15	>15 м	28	0	0,1243	0,00400	0,00700	0	390
11	10	<15 м	31	44	0,1480	0,00650	0,00320	87	260
12	20	>15 м	35	53	0,2400	0,00710	0,00170	173	520
13	100	<15 м	10	50	0,0945	0,00420	0,00360	867	2600
14	45	>15 м	14	89	0,0640	0,00600	0,00360	390	1170
15	50	<15 м	12	0	0,5260	0,03000	0,00200	0	1300
16	85	>15 м	10	44	0,1000	0,03740	0,00090	737	2210
17	30	<15 м	9	53	0,0413	0,01300	0,00140	260	780
18	70	>15 м	14	50	0,0322	0,01500	0,00130	607	1820
19	50	<15 м	24	89	0,0640	0,01900	0,00013	433	1300
20	65	>15 м	16	0	0,0583	0,02150	0,00008	0	1690

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Практическая работа № 1	4
Практическая работа № 2	8
Практическая работа № 3	11
Практическая работа № 4	15
Практическая работа № 5	19
Рекомендательный библиографический список	22
Приложение 1	23
Приложение 2	23
Приложение 3	24

ЭКОЛОГИЯ

***Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.01***

Сост. *В.С. Кузнецов*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
геоэкологии

Ответственный за выпуск *В.С. Кузнецов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 25.01.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,5. Усл.кр.-отт. 1,5. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 38. С 17.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2