

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

Кафедра геоэкологии

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

УДК 504.3.054 (073)

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *А.В. Иванов, Т.А. Зайцева*. СПб, 2021. 27 с.

Практические занятия по дисциплине «Инженерная защита окружающей среды» направлены на формирование и совершенствование навыков применения знаний, полученных на лекциях, для самостоятельного решения задач по определению выбросов загрязняющих веществ на производственных объектах в соответствии с действующими нормативными документами.

В результате выполнения практических работ студенты получают знания по нормированию выбросов загрязняющих веществ на предприятиях. В ходе практических занятий студенты осваивают особенности расчета валового, максимально-разового выбросов загрязняющих веществ от различных источников загрязнения.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Горнопромышленная экология».

Научный редактор проф. *М.А. Пашкевич*

Рецензент к.т.н. *Д.О. Акименко* (ООО «ТрансАналит»)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2021

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.04*

Сост.: *А.В. Иванов, Т.А. Зайцева*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
геоэкологии

Ответственный за выпуск *А.В. Иванов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 16.12.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,6. Усл.кр.-отт. 1,6. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 50 экз. Заказ 1136.

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

ВВЕДЕНИЕ

Целью курса практических занятий по дисциплине «Инженерная защита окружающей среды» является приобретение студентами знаний о расчете выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в соответствии с действующими нормативными документами, а также приобретение навыков по прогнозированию и оценке возможных негативных последствий производственных объектов на здоровье человека и компоненты окружающей среды.

Результат выполнения каждой практической работы оформляется в виде отчета, который подлежит защите руководителю практических занятий в индивидуальном порядке.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Рассеивание загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе определяется типом источника, параметрами поступления газозвушной смеси (ГВС) в атмосферный воздух, метеорологическими параметрами окружающей среды, географическими параметрами места расположения источника выбросов ЗВ, свойствами ГВС и ЗВ.

Источник загрязнения атмосферного воздуха – источник, из которого ЗВ поступают в атмосферный воздух. Выделяют следующие источники загрязнения атмосферного воздуха:

– организованные (ГВС в атмосферный воздух поступает в виде направленного потока через специальное газоотводное устройство);

– неорганизованные (ГВС в атмосферный воздух поступает в виде ненаправленных потоков в результате нарушения герметичности зданий, сооружений, установок, а также отсутствия вентиляционных систем).

В зависимости от изменения координат во времени:

– стационарные (без изменения координат);

– передвижные (с изменением координат во времени).

В зависимости от геометрических параметров:

– точечные;

– линейные;

– площадные.

В зависимости от высоты установленного отверстия, через которое ГВС, содержащая загрязняющие вещества, поступает в атмосферный воздух:

– наземные (до 2 м включительно);

– низкие (от 2 до 10 м включительно);

– средние (от 10 до 50 м включительно);

– высокие (более 50 м).

В зависимости от времени поступления ГВС в атмосферный воздух:

– постоянно действующие;

– периодического действия.

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Уровень загрязнения окружающей среды оценивают с использованием в качестве критериев нормативы качества, которые установлены для компонентов окружающей среды (ПДК, ПДУ). Так как в компонентах окружающей среды, в том числе в атмосферном воздухе, одновременно присутствуют сразу несколько загрязняющих веществ, то для оценки уровня загрязнения используют комплексные показатели.

1.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ, применяют комплексный показатель загрязнения (Р), который учитывает кратность превышения концентрации над ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ. Следует иметь в виду, что данный показатель является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается неизвестным, хотя такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию.

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины комплексного показателя по пяти степеням: I – допустимая, II – слабая, III – умеренная, IV – сильная, V – опасная.

Расчет комплексного показателя производится по формуле:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{k_i \cdot C_i}{\text{ПДК}_i}} \quad (1.1.1)$$

где n – количество загрязняющих веществ;

k_i – коэффициент изоэффективности, зависящий от класса опасности i-вещества: для 1 класса – 2,0, для 2 класса – 1,5, для 3 класса – 1,0, для 4 класса – 0,8;

C_i – фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация i -вещества, мг/м³;

ПДК _{i} – среднесуточная (среднегодовая) ПДК i -вещества, мг/м³.

По значению суммарного комплексного показателя устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и его величины (таблица 1).

Таблица 1

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Значение комплексного показателя при числе загрязняющих веществ			
	2-3	4-9	10-20	Более 20
I	Менее 1,0	Менее 2,0	Менее 3,1	Менее 4,4
II	1,0-2,0	2,0-3,0	3,1-4,0	4,5-5,0
III	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V	Более 8,0	Более 12,0	Более 16,0	Более 20,0

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–V степеней ожидаемые негативные эффекты возрастают с увеличением степени загрязнения атмосферы.

1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Степень суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ может оцениваться по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА). Расчет ИЗА производится для приоритетных для данной территории загрязняющих веществ по формуле:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{\alpha_i} \quad (1.2.1)$$

где α_i – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность i -вещества, равный 1,5 для веществ 1-го класса опасности, 1,3 – 2-го класса, 1,0 – 3-го класса и с неустановленным классом, 0,85 – 4-го класса.

Уровень загрязнения атмосферы считается низким, если ИЗА ≤ 5, повышенным – при 5 < ИЗА < 7, высоким – при 7 ≤ ИЗА < 14 и очень высоким – при ИЗА ≥ 14.

2 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

На территории базы дорожной техники к передвижным источникам относятся:

- легковые и грузовые автомобили, автобусы, специальные автомобили (автобетономешалки, цементовозы, битумовозы, поливомоечные, уборочные, снегоочистительные и т. п.),

- дорожно-строительные машины (ДМ) (тракторы, автогрейдеры, экскаваторы, асфальто-укладчики, катки, корчеватели, бульдозеры, фрезы и т.п.).

Расчет выбросов от дорожно-строительных машин (ДМ) проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработавших газах дизельных и пусковых бензиновых двигателей: углерода оксид (CO), углеводороды (C_xH_y), азота оксид (в пересчете на NO_2), твердые частицы (сажа - C), ангидрид сернистый (SO_2).

Все рассматриваемые ДМ условно разбиты на категории в зависимости от номинальной мощности установленного дизельного двигателя. Запуск дизельных двигателей, установленных на ДМ (кроме 1-й категории), часто производится с помощью пусковых 2-х тактных бензиновых двигателей или пусковых установок с 4-х тактными бензиновыми двигателями. На их долю приходится значительная часть суммарных вредных выбросов за период запуска, прогрева и выезда машин с территории предприятия.

Выброс i -го вещества одной машины k -й группы в день при выезде с территории предприятия M'_{ik} , и возврате M''_{ik} , т, рассчитывается по формулам:

$$M'_{ik} = (m_{nik} \cdot t_n + m_{npik} \cdot t_{np} + m_{gbik} \cdot t_{gb1} + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) 10^{-6} \quad (2.1)$$

$$M''_{ik} = (m_{vik} \cdot t_{vb2} + m_{xxik} \cdot t_{xx12}) 10^{-6} \quad (2.2)$$

где m_{nik} - удельный выброс i -го вещества пусковым двигателем, г/мин;

m_{npik} - удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя машины k -й группы, г/мин;

m_{gbik} - удельный выброс i -го вещества при движении машины k -й группы по территории с условно постоянной скоростью, г/мин;

m_{xxik} - удельный выброс i -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин;

t_n, t_{np} - время работы пускового двигателя и прогрева двигателя, мин;

t_{gb1}, t_{gb2} - время движения машины по территории при выезде и возврате, мин;

t_{xx1}, t_{xx2} - время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате (1 мин).

При расчете выбросов от ДМ, имеющих двигатель с запуском от электростартерной установки, ($m_{ник} \cdot t_n$) из формулы (2.1) исключается.

Время пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок также зависит от температуры окружающей среды и принимается по таблице 2.

Таблица 2

Средняя продолжительность пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок

Период года	Теплый	Переходный	Холодный
Продолжительность пуска, мин.	1	2	4

Таблица 3

Среднее время работы двигателя при прогреве

Температура воздуха, °С	выше 5	-5 ÷ +5	-10 ÷ -5	-15 ÷ -10	-20 ÷ -15	-25 ÷ -20	ниже -25
Время прогрева, мин	2	6	12	20	28	36	45

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C , относятся к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ - к теплому периоду и с температурой от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$ - к переходному. Для предприятий, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной. Влияние периода года учитывается только для выезжающей техники, хранящейся при температуре окружающей среды.

Расчет выбросов для ДМ, хранящихся на закрытых отапливаемых стоянках, производится по показателям, характеризующим теплый период года, для всего расчетного периода.

Значения $m_{\text{ник}}$, $m_{\text{прпик}}$, $m_{\text{гвпик}}$ и $m_{\text{ххпик}}$ приведены в таблицах 4 - 7.

Табличные данные получены на основе статистической обработки результатов фактических измерений выбросов двигателей внутреннего сгорания и отражают категорию двигателя по мощности, а также учитывают температурные условия, характеризующие различные времена года.

Таблица 4

Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизельных двигателей на ДМ

Категория автомобиля	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин			
		CO	C _x H _y	NO ₂	SO ₂
2	21-35	18,3	4,7	0,7	0,023
3	36-60	23,3	5,8	1,2	0,029
4	61-100	25,0	2,1	1,7	0,042
5	101-160	35,0	2,9	3,4	0,058
6	161-260	57,0	4,7	4,5	0,095
7	свыше 260	90,0	7,5	7,0	0,150

Таблица 5

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева

Категория автомобиля	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин							
		CO		C _x H _y		NO ₂		SO ₂	
		Периоды года							
		теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
2	21-35	0,8	1,6	0,11	0,29	0,17	0,26	0,03	0,04
3	36-60	1,4	2,8	0,18	0,47	0,29	0,44	0,06	0,07
4	61-100	2,4	4,8	0,30	0,78	0,48	0,72	0,10	0,12
5	101-160	3,9	7,8	0,49	1,27	0,78	1,17	0,16	0,20
6	161-260	6,3	12,6	0,79	2,05	1,27	1,91	0,25	0,31
7	свыше 260	9,9	18,8	1,24	3,22	2,0	3,0	0,26	0,32

Примечание: в переходный период значения удельных выбросов CO, C_xH_y, SO₂ необходимо умножить на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂; равны выбросам в холодный период.

Таблица 6

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе движения по территории предприятия

Категория автомобиля	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин							
		CO		C _x H _y		NO ₂		SO ₂	
		Периоды года							
		теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
2	21-35	0,45	0,55	0,15	0,18	0,87	0,87	0,10	0,15
3	36-60	0,77	0,94	0,26	0,31	1,49	1,49	0,17	0,25
4	61-100	1,29	1,57	0,43	0,51	2,47	2,47	0,27	0,41
5	101-160	2,09	2,55	0,71	0,85	4,01	4,01	0,45	0,67
6	161-260	3,37	4,11	1,14	1,37	6,47	6,47	0,72	1,08
7	свыше 260	5,30	6,47	1,79	2,15	10,16	10,16	1,13	1,70

Примечание: в переходный период значения удельных выбросов CO, C_xH_y, SO₂ необходимо умножить на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂; равны выбросам в холодный период.

Таблица 7

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизельного двигателя на холостом ходу

Категория автомобиля	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин			
		CO	C _x H _y	NO ₂	SO ₂
2	21-35	0,84	0,11	0,17	0,034
3	36-60	1,44	0,18	0,29	0,058
4	61-100	2,40	0,30	0,48	0,097
5	101-160	3,91	0,49	0,78	0,160
6	161-260	6,31	0,79	1,27	0,250
7	свыше 260	9,92	1,24	1,99	0,390

Валовый выброс *i*-го вещества ДМ за рассматриваемый период, т/год, рассчитывается по формуле:

$$M = \sum_{k=1}^p (M'_{ik} + M''_{ik}) D \Phi_k \quad (2.3)$$

где $D_{\text{фк}}$ - суммарное количество дней работы ДМ к-й группы в расчетный период года;

$$D_{\text{фк}} = D_p \cdot N_k \quad (2.4)$$

где D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде;

N_k - среднее количество ДМ к-й группы, ежедневно выходящих на линию.

Количество рабочих дней в расчетном периоде (D_p) зависит от режима работы предприятий и длительности периодов. Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по Справочнику по климату.

Для определения валового годового выброса, т/год, валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M^{\circ}_i = M^{\text{т}}_i + M^{\text{г}}_i + M^{\text{л}}_i \quad (2.5)$$

3 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ХРАНЕНИИ ПЫЛЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Склады и хвостохранилища рассматриваются, как равномерно распределенные источники пылевывделений.

При хранении пылящих материалов для расчета максимально разового выброса, г/с, применяется формула:

$$M_{\text{хр}} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{\text{раб}} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{\text{пл}} - F_{\text{раб}}) (1-\eta) \quad (3.1)$$

Валовый выброс загрязняющих веществ, т/год, определяется по формуле:

$$P_{\text{хр}} = 0,11 \cdot 8,64 \cdot 10^{-2} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{\text{пл}} (1-\eta) \cdot (T - T_{\text{д}} - T_{\text{с}}) \quad (3.2)$$

где K_4 - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования (таблица 8);

K_5 - коэффициент, учитывающий влажность материала, определяется в соответствии с данными таблицы 9;

K_6 - коэффициент, учитывающий профиль поверхности складуемого материала, определяется как отношение $K_6 = F_{\text{макс}}/F_{\text{пл}}$;

$F_{\text{пл}}$ - поверхность пыления в плане, м^2 (определяется главным технологом по генплану предприятия);

$F_{\text{макс}}$ - фактическая площадь поверхности складуемого материала при максимальном заполнении склада, м^2 (определяется

главным технологом предприятия на основе характеристик материала);

$F_{\text{раб}}$ - площадь в плане, на которой систематически производятся погрузочно-разгрузочные работы, м^2 (определяется главным технологом предприятия);

K_7 - коэффициент, учитывающий крупность материала, принимается в соответствии с таблицей 10;

q - максимальная удельная сдуваемость пыли, $\text{г}/(\text{м}^2\text{с})$, подчиняется стеленному закону [4].

Таблица 8

Зависимость величины K_4 от местных условий

Местные условия	K_4			
	При хранении и пересыпке ПМ* без применения загрузочного рукава	При пересыпке ПМ* с применением загрузочного рукава	При хранении и пересыпке угля в карьере без применения загрузочного рукава	При пересыпке угля в карьере с применением загрузочного рукава
Склады, хранилища открытые	1,0	0,01	1,0	0,2
а) с 4-х сторон				
б) с 3-х сторон	0,5	0,005	0,8	0,16
в) с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично	0,3	0,003	0,6	0,12
г) с 2-х сторон	0,2	0,002	0,5	0,1
д) с 1-й стороны	0,1	0,001	0,1	0,02
ж) закрыт с 4-х сторон **	0,005	0,00005	0,1	0,02

Примечание: * ПМ - пылящие материалы; ** - при переводе неорганизованных источников узла пересыпки в организованные при отсутствии аспирации считать выброс пыли в атмосферу до 30% от его нормативного показателя при аспирации узла.

Таблица 9

Зависимость величины K_5 от влажности материалов

Влажность материалов, % *	K_5	K_5 (для угля в карьере)
0-0,5	1,0	2,0
до 1,0	0,9	1,5
до 3,0	0,8	1,3
до 5,0	0,7	1,2
до 7,0	0,6	1,0
до 8,0	0,4	0,7
до 9,0	0,2	0,3
до 10,0	0,1	0,2
Свыше 10	0,01	0,1

Примечание: * - при статическом хранении и пересыпке песка влажностью 3 % и более - выбросы считать равными 0. Для других строительных материалов выбросы считать равными 0 при влажности свыше 20 %.

Таблица 10

Зависимость величины K_7 от крупности материалов

Размер куска, мм	K_7
500 и более	0,1
500-100	0,2
100-50	0,4
50-10	0,5
10-5	0,6
5-3	0,7
3-1	0,8
1	1,0

Максимальная удельная сдуваемость пыли, $г/(м^2с)$, определяется по формуле:

$$q = 0,001av^b \quad (3.3)$$

где v - скорость ветра, м/с;

а и b - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа перегружаемого материала (таблица 11);

η – коэффициент пылеподавления;

T - общее время хранения материала за рассматриваемый период, сут.;

T_c - число дней с устойчивым снежным покровом, сут. (определяется в соответствии со справочником по климату);

$T_d = 2T^{\circ}_d$ (час)/24 - число дней с дождем, где T°_d (час) - суммарная продолжительность осадков в виде дождя за рассматриваемый период в часах (определяется в соответствии со справочником по климату).

Таблица 11

Параметры, определяющие удельную сдуваемость с поверхности складов [5]

п/п	Наименование перегружаемого материала	Параметры	
		a	b
1	Мел	0,00580	3,488
2	Песок	0,00087	4,199
3	Каменный уголь	0,10850	2,9195
4	Щебень	0,01350	2,987
5	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	0,00120	3,97

4 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НЕФТЕБАЗ, ТЭЦ, КОТЕЛЬНЫХ, СКЛАДОВ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В результате хранения нефтепродуктов в резервуарах различных типов на нефте- и газоперерабатывающих предприятиях, предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебазы, склады горюче-смазочных материалов, магистральные нефтепродуктопроводы, автозаправочные станции), тепловых электростанций (ТЭЦ), котельных происходит поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Расчет выбросов ЗВ из резервуаров хранения нефтепродуктов в атмосферный воздух производится в соответствии с методикой

«Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров с дополнениями НИИ Атмосфера» [6]. По данной методике выполняются расчеты выбросов ЗВ:

- для нефти и низкокипящих нефтепродуктов (бензин или бензиновые фракции) - суммы предельных и непредельных углеводородов, а также ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы);

- для высококипящих нефтепродуктов (керосин, дизельное топливо, масла, присадки и т.п.).

1. Максимальный выброс ЗВ, г/с, определяется по формуле:

$$M = \frac{C_{нп} \cdot K_p^{\max} \cdot V_{ч}^{\max}}{3600} \quad (4.1)$$

где $C_{нп}$ – концентрация паров нефтепродукта в резервуаре, г/м³;

K_p^{\max} – опытный коэффициент, характеризующий эксплуатационные особенности резервуара (таблица 12);

$V_{ч}^{\max}$ – объем ГВС, вытесняемой из резервуара во время его заправки, равный производительности насоса, м³/ч;

1/3600 – переводной коэффициент для пересчета из часов в секунды.

2. Валовый (годовой) выброс ЗВ, т/год, определяется по формуле:

$$G = (q_2 \cdot B_{O3} + q_3 \cdot B_{ВЛ}) \cdot K_p^{\max} \cdot 10^{-6} + G_{xp} \cdot K_{нп} \cdot N_p \quad (4.2)$$

где q_2, q_3 – средние удельные выбросы ЗВ из резервуара в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, соответственно, г/т;

$B_{O3}, B_{ВЛ}$ – количество закачиваемой в резервуар жидкости в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, соответственно, т;

G_{xp} – выбросы паров нефтепродуктов при хранении бензина в одном резервуаре, т/год (таблица 13);

N_p – количество резервуаров, шт.

$K_{нп}$ – опытный коэффициент:

$$K_{нп} = \frac{C_{20\ нп}}{C_{20\ бенз}} \quad (4.3)$$

где $C_{20\ нп}$ – концентрация насыщенных паров нефтепродуктов при 20°С, г/м³;

$C_{20 \text{ бенз}}$ – концентрация насыщенных паров автомобильного бензина при 20°C, г/м³.

Таблица 12

Значения опытных коэффициентов, характеризующих эксплуатационные особенности резервуара

№ п/п	Категория	Конструкция резервуаров	K_p^{\max} , или K_p^{cp}	Объем резервуара, V_p , м ³			
				100 и менее	200-400	700-1000	2000 и более
1	А	Наземный	K_p^{\max}	0.90	0.87	0.83	0.80
		вертикальный	K_p^{cp}	0.63	0.61	0.58	0.56
		Заглубленный	K_p^{\max}	0.80	0.77	0.73	0.70
			K_p^{cp}	0.56	0.54	0.51	0.50
		Наземный	K_p^{\max}	1.00	0.97	0.93	0.90
горизонтальный	K_p^{cp}	0.70	0.68	0.65	0.63		
2	Б	Наземный	K_p^{\max}	0.95	0.92	0.88	0.85
		вертикальный	K_p^{cp}	0.67	0.64	0.62	0.60
		Заглубленный	K_p^{\max}	0/85	0.82	0.78	0.75
			K_p^{cp}	0.60	0.57	0.35	0.53
		Наземный	K_p^{\max}	1.00	0.91	0.96	0.95
горизонтальный	K_p^{cp}	0.70	0.69	0.67	0.67		
3	В	Наземный	K_p^{\max}	1.00	0.97	0.93	0.90
		вертикальный	K_p^{cp}	0.70	0.68	0.650	0.63
		Заглубленный	K_p^{\max}	0.90	0.87	0.83	0.80
			K_p^{cp}	0.63	0.61	0.58	0.56
		Наземный	K_p^{\max}	1.00	1.00	1.00	1.00
горизонтальный	K_p^{cp}	0.70	0.70	0.70	0.70		

Примечание: K_p подразделяется, в зависимости от разности температур закачиваемой жидкости и температуры атмосферного воздуха в наиболее холодный период года, на три категории:

А - нефть из магистрального трубопровода и другие нефтепродукты при температуре закачиваемой жидкости, близкой к температуре воздуха;

Б - нефть после электрообессоливающей установки (ЭЛОУ), бензины товарные, бензины широкой фракции (прямогонные, катализаты, рафинаты, крекинг-бензины и т.д.) и другие продукты при температуре закачиваемой жидкости, не превышающей 30°C по сравнению с температурой воздуха;

В - узкие бензиновые фракции, ароматические углеводороды, керосин, топлива, масла и другие жидкости при температуре, превышающей 30°C по сравнению с температурой воздуха.

Таблица 13

Количество выделяющихся паров автомобильных бензинов при хранении в одном резервуаре, т/год

№ п/п	Объем резервуара, м ³	Вид резервуара		
		Наземный вертикальный	Загубленный	Наземный горизонтальный
Первая климатическая зона				
1	100 и менее	0.18	0.053	0.18
2	200	0.31	0.092	0.31
3	300	0.45	0.134	0.15
4	400	0.56	0.170	0.56
5	700	0.89	0.270	-
6	1000	1.31	0.360	-
7	2000	2.16	0.650	-
8	3000	3.03	0.910	-
9	5000	4.70	1.410	-
10	10000	8.180	2.450	-
11	15000 и более	11.99	3.600	-
№ п/п	Объем резервуара, м ³	Вид резервуара		
		Наземный вертикальный	Загубленный	Наземный горизонтальный
Вторая климатическая зона				
12	100 и менее	0.22	0.066	0.22
13	200	0.38	0.114	0.38
14	300	0.55	0.165	0.45
15	400	0.69	0.210	0.69
16	700	1.10	0.330	-
17	1000	1.49	0.450	-
18	2000	2.67	0.800	-
19	3000	3.74	1.120	-
20	5000	5.80	1.740	-
21	10000	10.10	3.030	-
22	15000 и более	14.80	4.440	-
Третья климатическая зона				
23	100 и менее	0.27	0.081	0.27
24	200	0.47	0.142	0.47
25	300	0.68	0.203	0.68
26	400	0.85	0.260	0.85
27	700	1.35	0.410	-
28	1000	1.83	0.550	-
29	2000	3.28	0.980	-
30	3000	4.60	1.380	-
31	5000	7.13	2.140	-

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

а) основная литература

1. *Баранов Н.Н.* Основы экологии: Практикум / Н.Н. Баранов, Р.И. Ленкевич, Ю.А. Ерохина. Минск : БНТУ, 2016, 50 с.
2. *Дрововозова Т.И.* Практикум по экологическому нормированию и оценке воздействия на окружающую среду / Т.И. Дрововозова, С.А. Манжина и другие. Новочеркасск: ФГБОУ ВПО НГМА(НИМИ), 2011, 100 с.
3. *Кирсанов Ю.Г.* Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух: Учебное пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018, 110 с.

б) дополнительная литература

4. *Аэрология карьеров: Справочник / Бересневич П.В. и др.* - М.: Недра, 1990; *Методика расчета и обоснование санитарно-защитных зон карьеров.* Бересневич и др. - Отрасл. тематический сборник / Минчермет СССР. ВНИИБТГ. - М.: Недра, 1986.
5. *Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ (пыли) в атмосферу при складировании и перегрузке сыпучих материалов на предприятиях речного флота.* Казикаев Д.М. - Белгород: БТИСМ, 1992. - 35 с.
6. *Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров сдополнениями НИИ Атмосфера/разработчики: Казанское управление «Оргнефтехимзаводы», МП «БЕЛИНЭКОМП», АОЗТ «ЛЮБЭКОП»// Москва, 1999. - с. 63.*

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1.

Рассчитать комплексный показатель и индекс загрязнения атмосферы, дать оценку степени загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта. Определить вклад (в процентах) отдельных загрязняющих веществ в ИЗА.

Предельно допустимые концентрации веществ в атмосферном воздухе необходимо взять из действующих нормативных документов РФ.

Таблица 14

Исходные данные

№ варианта	Город	Твердые частицы (содержание SiO ₂ более 75%)	Моноксид углерода	Диоксид азота	Сероводород	Фенол	Формальдегид	Аммиак
1	Мурманск	21	799	27	н/о	2,1	8,5	н/о
2	Москва	23	800	29	н/о	н/о	12,4	н/о
3	Тюмень	97	1042	40	н/о	1,8	13,5	20
4	Пермь	61	436	20	н/о	1,5	11,1	18
5	Казань	53	1672	33	н/о	н/о	5,7	27
6	Иркутск	82	397	10	н/о	н/о	4,8	н/о
7	Томск	19	586	33	н/о	0,4	7,8	36
8	Рязань	43	972	57	1,1	2,7	7,6	48
9	Вологда	72	545	18	0,2	н/о	9,2	н/о
10	Ангарск	40	1271	41	н/о	н/о	2,5	н/о

Примечание: н/о – не определено.

Задание 2.

Рассчитать валовый выброс загрязняющих веществ при эксплуатации автомобильного парка.

Таблица 15

Исходные данные к расчету выбросов ЗВ от передвижных источников

№ варианта	Город	Расстояние движения по пром. площадке, км	Средняя скорость движения транспорта, км/ч	Мощность двигателя, кВт	Количество, шт	Максимальное количество авто, выезжающих со стоянки в течение 1 ч
1	Архангельск	7,0	10	65 120 30	4 5 2	8
2	Брянск	5,5	10	225 55 95	6 1 3	7
3	Усть-Ордынский	3,4	10	100 70 170	4 3 6	5
4	Нальчик	7,8	5	100 150 200	3 5 4	6
5	Калуга	5,8	5	30 40 125	2 2 5	6
6	Усть-Камчатск	15,2	10	115 180 270	4 3 2	5

№ варианта	Город	Расстояние по пром. площадке, км	Средняя скорость движения транспорта, км/ч	Мощность двигателя, кВт	Количество, шт	Максимальное количество авто, выезжающих со стоянки в течение 1 ч
7	Петрозаводск	3,2	5	50	3	8
				70	2	
				110	6	
8	Краснодар	4,8	5	25	3	5
				55	2	
				115	5	
9	Енисейск	2,6	5	80	1	4
				130	2	
				195	5	
10	Курск	9,1	10	40	2	9
				100	2	
				170	8	

Задание 3.

Рассчитать максимально разовый и валовый выбросы загрязняющих веществ при статическом хранении материала на открытом складе при среднегодовой скорости ветра 3,4 м/с (опасная скорость ветра равна 1,38 м/с). Расчеты необходимо произвести для г. Мурманск.

*Таблица 16***Исходные данные о перегружаемом материале**

№ варианта	Пересыпаемый материал	Влажность материала, %	Крупность, мм	Коэффициент пылеподавления
1	Мел	9,5	1-3	0
2	Песок	1,3	1-3	0
3	Каменный уголь	4,8	100-500	0
4	Щебень	3,6	5-10	0
5	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	2,5	3-5	0
6	Мел	8,0	3-5	0
7	Песок	2,5	Менее 1,0	0
8	Каменный уголь	13,0	100-500	0
9	Щебень	5,2	5-10	0
10	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	4,1	3-5	0

Таблица 17

Исходные данные о перегрузке материала

№ варианта	Тип склада/хранилища	Время хранения, сут.	Высота склада, м	Площадь пыления (по плану), м ²	Площадь, на которой производятся погрузочно-разгрузочные работы, м ²	Площадь поверхности складуемого материала (при максимальном заполнении склада), м ²
1	открыт с 4-х сторон	270	10	6000	3000	7200
2	открыт с 4-х сторон	360	8	5000	2400	5400
3	открыт с 4-х сторон	290	11	6500	3500	6800
4	открыт с 4-х сторон	355	12	7000	3500	7300
5	открыт с 4-х сторон	365	9	5000	2500	5100
6	открыт с 4-х сторон	210	7	5500	2400	5900
7	открыт с 4-х сторон	250	10	4500	2000	4800
8	открыт с 4-х сторон	260	10	4000	2000	4200
9	открыт с 4-х сторон	290	14	5000	2500	5200
10	открыт с 4-х сторон	280	11	6000	3500	6300

Задание 4.

Рассчитать максимальный и валовый выбросы ЗВ при хранении нефтепродуктов в резервуаре промплощадки нефтеперерабатывающего предприятия.

Исходные данные

Таблица 18

№ варианта	Климатическая зона расположения предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закачиваемого н/п в резервуар в осенне-зимний период, т	Количество закачиваемого н/п в резервуар в весенне-летний период, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервуара во время его заполнения, М ³ /ч	Концентрация паров н/п в резервуаре, г/М ³	Средний удельный выброс из резервуара в осенне-зимний период, г/т	Средний удельный выброс из резервуара в весенне-летний период, г/т	K _{н/п} при 20°С	Категория	Конструкция резервуара	Количество резервуаров, шт	Объем резервуара, м ³
1	1	Бензин автомоб.	3500	3500	300	777,6	639,60	880,0	1,1	А	Наземный вертикал.	4	700
		Бензин авиац.	9000	9000	320	576,0	393,60	656,0	0,67			6	2000
		Керосин техн.	4800	5000	280	9,79	4,84	8,8	0,001			4	1000
2	1	Нефрас	1000	1000	250	576,0	377,20	824,0	0,66	А	Заглубл.	5	200
		Уайт спирит	500	500	190	28,8	18,04	29,6	0,033			5	100
		Изооктан	250	250	95	221,76	98,4	232,0	0,35			7	50
3	1	Бензол	530	530	70	293,76	114,8	248,0	0,45	А	Наземный горизонт.	3	100
		Толуол	1000	1000	80	100,8	34,44	80,0	0,17			3	200
		Ксилол	1600	1600	80	31,68	9,02	24,0	0,059			3	300

№ варианта	Климатическая зона расположения предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закачиваемого н/п в резервуар в осенне-зимний период, т	Количество закачиваемого н/п в резервуар в весенне-летний период, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервуара во время его заполнения, м ³ /ч	Концентрация паров н/п в резервуаре, г/м ³	Средний удельный выдрос из резервуара в осенне-зимний период, т/т	Средний удельный выдрос из резервуара в весенне-летний период, т/т	K _н при 20°С	Категория	Конструкция резервуара	Количество резервуаров, шт	Объем резервуара, м ³
4	1	Дизельное топл.	3600	3600	310	2,59	1,56	2,08	0,0029	Б	Наземный вертикал.	10	700
		Печное топл.	3500	3500	220	4,90	2,13	3,84	0,005			8	700
		Моторное топл.	2200	2200	150	1,15	0,82	0,82	0,0011			9	400
5	1	Сольент нефт.	1600	1600	93	8,06	3,94	6,96	0,0082	Б	Заглубл.	5	300
		Мазут	600	600	85	4,32	3,28	3,28	0,0043			8	100
		Масла	1000	1000	90	0,26	0,16	0,16	0,00027			5	200
6	1	Гептан	800	800	220	178,56	78,72	184,0	0,028	Б	Наземный горизонт.	6	200
		Этилбензол	1500	1500	210	37,44	10,66	28,0	0,067			5	300
		Изопропилбензол	1500	1500	190	21,31	9,84	16,0	0,040			4	300
7	2	Бензин автомоб.	3600	4000	300	972,0	780,0	1100,0	1,1	В	Наземный вертикал.	10	800
		Бензин авиац.	9500	9000	320	720,0	480,0	820,0	0,67			10	2000
		Керосин техн.	5000	4500	280	12,24	5,9	11,0	0,001			11	1000
8	2	Нефрас	1900	1900	250	720,0	460,0	780,0	0,66	В	Заглубл.	5	400
		Уайт спирт	3200	3200	190	36,0	22,0	37,0	0,033			6	700
		Изооктан	1600	1600	95	277,20	120,0	290,0	0,35			1	400
9	2	Бензол	1550	1550	70	367,20	140,0	310,0	0,45	В	Наземный	5	300

№ варианта	Климатическая зона расположе- ния предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закачиваемого н/п в резервуар в осенне-зимний период года, т	Количество закачиваемого н/п в резервуар в весенне-летний период года, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервуара во время его заполнения, м ³ /ч	Концентрация паров н/п в резер- вуаре, г/м ³	Средний удельный выброс из ре- зервуара в осенне-зимний период года, г/т	Средний удельный выброс из ре- зервуара в весенне-летний период года, г/т	K _{н/п} при 20°С	Категория	Конструкция резервуара	Количество резервуаров, шт	Объем резервуара, м ³
10	2	Топуол	2000	2000	80	126,0	42,0	100,0	0,17		горизонт.	5	400
		Ксиол	2200	2200	80	39,6	11,0	30,0	0,059			5	400
10	2	Дизельное топл.	5100	5100	310	3,14	1,9	2,6	0,0029	A	Наземный вертик.	12	1000
		Печное топл.	4500	4500	220	6,12	2,6	4,8	0,005			10	900
		Моторное топл.	4300	4300	150	1,44	1,0	1,0	0,0011			9	800

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Определение антропогенного воздействия на атмосферный воздух .	4
1 Определение степени загрязнения атмосферного воздуха.....	5
1.1 Определение комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха	5
1.2 Определение индекса загрязнения атмосферы	6
2 Расчет выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников	7
3 Расчет выбросов загрязняющих веществ при хранении пылящих материалов	11
4 Расчет выбросов загрязняющих веществ из резервуаров хранения нефтепродуктов нефтебаз, тэц, котельных, складов горюче- смазочных материалов	14
Рекомендуемый библиографический список.....	18
Индивидуальные задания	19