

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Методические указания
к практическим занятиям
по направлению подготовки 21.03.02
«Землеустройство и кадастры»

Пенза 2016

УДК 502.22(1-21)-047.36(075.8)

ББК 20.1Я73

М77

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат технических наук, доцент
кафедры «Кадастр недвижимости и
право» Е.А. Белякова (ПГУАС)

М77 **Мониторинг** и охрана городской среды: метод. указания к
практическим занятиям по направлению подготовки 21.03.02 «Зем-
леустройство и кадастры» / А.Н. Поршакова, М.С. Акимова. –
Пенза: ПГУАС, 2016. – 56 с.

Представлена тематика практических занятий по курсу «Мониторинг и охрана городской среды», приведены примерные расчетные показатели.

Методические указания подготовлены на кафедре «Кадастр недвижимости и право» и предназначены для использования студентами, обучающимися по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», при подготовке к практическим занятиям по дисциплине «Мониторинг и охрана городской среды».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016

© Поршакова А.Н., Акимова М.С., 2016

ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

План практических занятий

1. Понятие городской среды. Экологическая ситуация города.
2. Структура и содержание работ по мониторингу городской среды.
3. Основные принципы ведения мониторинга городской среды.
4. Негативные процессы, влияющие на состояние компонентов природной среды городов.
5. Методы ведения мониторинга городской среды.
6. Приборы контроля загрязнения воздуха, вод, почв.
7. Использование данных мониторинга городской среды и его информационное обеспечение в условиях города.
8. Мероприятия по охране городской среды.

Задание по теме 1

Задание 1. *Определение запыленности воздуха*

Для количественной характеристики запыленности воздуха в настоящее время используется преимущественно весовой метод (гравиметрия). Кроме того, существует счетный метод. Весовые показатели определяют массу пыли в единице объема воздуха. Это прямые методы измерения запыленности. Существует также группа косвенных методов измерения запыленности. Под косвенными методами понимают методы как с выделением пыли из воздуха, основанные на определении ее массы путем использования различных физических явлений (интенсивности излучения, электрического поля, оптической плотности и т.д.).

Наиболее распространенным является гравиметрический метод определения весовой концентрации пыли. Через аналитический фильтр просасывается определенный объем запыленного воздуха. Массу всей витающей пыли без разделения на фракции рассчитывают по привесу фильтра. Метод применяется для определения разовых и среднесуточных концентраций пыли в воздухе населенных пунктов и санитарно-защитных зон в диапазоне 0,04–10 мг/м³.

Фильтр из ткани ФПП взвешивают, вкладывают в фильтродержатель, который крепко завинчивают. Отбор проб производится со скоростью 50–100 л/мин, чтобы навеска пыли на фильтре была не менее 4 мг. Отбор ведется в течении 20 мин. После протягивания воздуха фильтр пинцетом извлекают из держателя, выдерживают в течение 40–60 минут при комнатной температуре и доводят до постоянного веса. Если отбор проводился при относительной влажности около 100 %, то фильтр помещают в стеклянной чашке на 30–50 минут, а затем уже выдерживают при комнатной

температуре 40–50 минут. Концентрация пыли C мг/м³ вычисляют по формуле

$$C = M/V_0,$$

где M – привес пыли на фильтре, равен разности весов запыленного и чистого фильтра, мг;

V_0 – объем аспирированного воздуха, приведенный к нормальным условиям, м³.

Под нормальными условиями подразумеваются температура 0 °С и атмосферное давление 760 мм рт. ст. (1013 гПа).

$$V_0 = \frac{V_t \cdot p \cdot 273}{(273 + t) \cdot 1013},$$

где V_t – объем аспирированного воздуха при температуре t и атмосферном давлении p гПа, м³ (приложение 1);

273 – коэффициент расширения газов: 1013 гПа (760 мм. рт. ст.) – нормальное давление.

Например:

Привес пыли на фильтре составляет 7 мг. Объем аспирированного воздуха при температуре 10 °С равен 5 м³. Давление 1015 гПа.

Вначале рассчитывается объем аспирированного воздуха:

$$V_0 = (10 \times 5 \text{ м}^3 \times 1015 \text{ гПа} \times 273) / ((273 + 10) \times 1013 \text{ гПа}) = 50 \text{ м}^3.$$

Затем вычисляется концентрация пыли:

$$C = M/V_0 = 7/50 = 0,14 \text{ мг/м}^3$$

Задание 2. *Определение загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений. Построение карты загрязнения территории пылью*

В условиях городов и других территорий одним из мощных загрязнителей является пыль, которая переносится на различные расстояния при распылении почв, выбросов от цементных, керамических заводов, предприятий по производству силикатного кирпича, а также от движущегося автотранспорта. Пыль оседает на листьях, вдыхается человеком, вызывая нарушение работы дыхательных путей, силикозы, провоцируя кашель и слезотечение. Наибольшее задержание пыли наблюдается различными видами тополей (Илькун, 1987; Артамонов, 1986), которые являются наиболее устойчивыми к различным типам воздушных загрязнений.

Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе (черного, серебристого и т.д.) отбираются заранее на отмеченных на карте местах с высоты 1,5–2,0 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) в 10–15 кратной повторности. Для этого используется садовый секатор. Одновре-

менно отбираются листья тополей, произрастающих в чистой зоне (контроль) и в грязной зоне. Листья помещаются в пакеты и осторожно доставляются в лабораторию, избегая стряхивания пыли.

В лаборатории взвешивается кусочек влажной ваты. Листья тополя тщательно обтираются ватой с двух сторон, и взвешиваются повторно. Масса пыли рассчитывается как разница между вторым и первым взвешиванием ($P = P_2 - P_1$) в мг на см^2 листа.

Площадь листа высчитывается путем обмера листовых пластинок вдоль и поперек и умножения на коэффициент:

$$S = a \times b \times k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66.

Количество пыли рассчитывается по формуле:

$$m = P/S \text{ мг/см}^2.$$

Иначе, можно пыль смыть с 30–50 листьев кисточкой в предварительно взвешенную выпарительную чашку, вода выпаривается, чашка с пылью высушивается в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянного веса, а затем взвешивается.

Полученные данные заносятся в табл. 1 и сравниваются с контролем.

Т а б л и ц а 1

Место взятия образца	Площадь листьев тополя, см^2	Количество пыли, мг/см

Составляется план обследуемой территории, на нее наносятся данные по загрязнению листьев, точки с одинаковыми значениями соединяются изолиниями. На схеме зону наибольшего загрязнения можно показать красным цветом, розовым – среднюю степень загрязнения и зеленым цветом относительно незагрязненные участки.

Задание по теме 2

Методика расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) на основе данных наблюдений

Для оценки степени загрязнения воздушного бассейна в последние годы используется санитарно-гигиенический показатель – суммарный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Комплексный индекс загрязнения атмосферы применяется для сравнительной оценки загрязненности отдельных районов города, отдельно взятых городов с установлением их приоритетности по уровню загрязнения и тенденций загрязненности. Он представ-

ляет собой относительный показатель, величина которого зависит от концентрации вещества в анализируемой точке, его ПДК и количества веществ загрязняющих атмосферу. Комплексный индекс загрязнения атмосферы рассчитывается на основе данных стационарных наблюдений с учетом всей номенклатуры определяемых вредных веществ.

В основу расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы приняты следующие положения:

- опасность воздействия на здоровье человека зависит от отдельных вредных веществ, от класса опасности конкретного вещества,
- по мере увеличения превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) веществ, возрастает опасность воздействия на здоровье человека.

Степень загрязненности атмосферы одним веществом выражается в общем виде через единичный (парциальный) индекс загрязненности – ИЗА, который рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗА}_i = (C_i / \text{ПДК}_i)^{K_i},$$

где C_i – средняя концентрация i вещества;

ПДК_i – среднесуточная предельно допустимая концентрация i вещества;

K_i – безразмерная константа приведения степени вредности вещества к вредности сернистого газа.

Среднее значение константы в зависимости вещества принимается равным (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Класс опасности	Характеристика класса	Константа
1	чрезвычайно опасные	1,5
2	высоко опасные	1,3
3	умеренно опасные	1,0
4	малоопасные	0,85

Для оценки загрязненности атмосферы отдельных районов города несколькими веществами, при составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы рассчитывается комплексный индекс загрязнения атмосферы, для одинакового количества примесей. Для расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА_5) используют значения единичных индексов ИЗА тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие.

$$\text{ИЗА}_5 = \sum_{i=1}^5 \text{ИЗА}_i$$

Величины ИЗА_5 меньше 2,5, соответствуют чистой атмосфере;

2,5–7,5 – слабозагрязненной атмосфере;

7,5– 12,5 – загрязненной атмосфере;
 12,5–22,5 – сильно загрязненной атмосфере;
 22,5–52,5 – высоко загрязненной атмосфере;
 более 52,5 – экстремально загрязненной атмосфере.

Например. В городе N измеряются концентрации девяти веществ в воздухе: двуокиси азота, окиси азота, окиси углерода, пыли, двуокиси серы, бензапирена, сероводорода, свинца, фенола, для которых индексы загрязнения, рассчитанные по формуле, равны соответственно: 1,2; 0,4; 0,3; 2,3; 1,5; 2,5; 0,8; 1,9; 2,1.

Для расчета комплексного индекса загрязнения используется 5 наибольших значений единичных индексов загрязнения: 2,5 – бензапирена; 2,3 – пыль; 2,1 – фенол; 1,9 – свинец; 1,5 – двуокиси серы. Таким образом, комплексный индекс загрязнения получают, суммируя единичные, и он равен 10,3.

1. Рассчитайте комплексный индекс загрязнения атмосферы для городов Пенза, Таганрог, Волжский, Ростов-на-Дону (табл. 3).

2. Установите степень загрязнения приземного слоя воздуха каждого города.

3. Дайте сравнительную характеристику степени загрязнения атмосферы городов, с указанием перечня приоритетных загрязнителей в каждом городе.

4. Какие источники определяют высокие уровни загрязнения воздуха в рассматриваемых городах?

Т а б л и ц а 3

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей, Таганрог	ИЗА	Средняя концентрация примесей, Пенза	ИЗА	Средняя концентрация примесей, Волжский	ИЗА	Средняя концентрация примесей, Ростов	ИЗА
Пыль	0,15	3	0,1		0,09		0,1		0,4	
Серы диоксид	0,05	2	0,01		0,08		0,02		0,01	
Азота диоксид	0,04	2	0,07		0,01		0,07		0,03	
Азота окись	0,06	3	0,05		0,03		0,04		0,06	
Бенз(а)пирен	0,001	1	0,003		0,001		0,002		0,004	
Сероуглерод	0,005	2					0,01		—	
Аммиак	0,04	4					0,04		0,03	
Формальдегид	0,003	2					0,01		0,08	
Сажа	0,05	3					0,01		0,2	
водорода вторид	0,005	3					0,005		0,008	
ИЗА ₅										

Задание по теме 3

Задание 1. Определение загруженности улиц автотранспортом

Данная практическая работа дает возможность оценить загруженность участка улицы автотранспортом в зависимости от его вида, сравнить разные улицы и изучить окружающую обстановку. Выбранные параметры необходимы для расчетов уровней загрязнения воздушной среды, предлагаемой в следующей работе.

Ход работы

Студенты разделяются на группы по 3–4 человека (один считает, другой записывает, остальные дают общую оценку обстановки). Студенты предварительно инструктируются, затем размещаются на определенных участках разных улиц с односторонним движением. В случае двустороннего движения каждая группа располагается на своей стороне. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом может проводиться как путем разового практического занятия, так и более углубленно для курсовых, дипломных работ с замерами в 8, 13 и 18 часов, а также в ночные часы. Из ряда замеров вычисляется среднее. Интенсивность движения автотранспорта производится методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 мин в каждом из сроков.

Запись ведется согласно табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Время	Тип автомобиля	Число единиц
	Легкий грузовой	
	Средний грузовой	
	Тяжелый грузовой (дизельный)	
	Автобус	
	Легковой	

На каждой точке учета производится оценка улицы:

1) Тип улицы: городская улица с односторонней застройкой (набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи), жилые улицы с односторонней застройкой, магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели и др.

Уклон. Определяется глазомерно или эклиметром.

Скорость ветра. Определяется анемометром.

Влажность воздуха. Определяется психрометром.

Наличие защитной полосы из деревьев и др.

Автомобили разделяются на категории, согласно данным, представленным в табл. 4. Производится оценка движения транспорта по отдельным

улицам, строятся графики. Финалом работы является суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом согласно ГОСТ 17.2.2.03-77. Низкая интенсивность движения – 2,7–3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя – 8–17 тыс. и высокая – 18–27 тысяч.

Производится сравнение суммарной загруженности различных улиц города, а также в зависимости от типа автомобилей, дается объяснение этих различий.

Задание 2. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы (по концентрации CO)

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации оксида углерода, мг/м³. Исходными данными для работы служат показатели, собранные студентами во время проведения предыдущей работы.

Однако эту работу можно поставить и самостоятельно, обусловив исходные данные. Например, магистральная улица города с многоэтажной застройкой с двух сторон, имеет:

продольный уклон 2°,

скорость ветра 4 м/сек.,

относительная влажность воздуха – 70 %.

Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях 500, автомашин в час (N).

Состав движения:

10 % грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью;

10 % – со средней грузоподъемностью;

5 % – с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями;

5 % – автобусов;

70 % легковых автомобилей.

Ход работы

Формула оценки концентрации окиси углерода (K_{CO}) рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N \times K_T) \times K_a \times K_y \times K_c \times K_b \times K_p,$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³.

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час.

K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода.

K_a – коэффициент, учитывающий аэрацию местности.

K_y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона.

K_c – коэффициент, учитывающий изменения концентрации углерода в зависимости от скорости ветра.

K_v – коэффициент, учитывающий изменения концентрации углерода в зависимости от относительной влажности воздуха.

K_n – коэффициент, увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле

$$K_T = \sum P_i K_{ti},$$

где P_i – состав движения в долях единиц.

Значение K_{ti} определяется по табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Тип автомобиля	Коэффициент K_{ti}
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Подставив значения в соответствии с заданием (или собственные данные) получаем:

$$K_T = 0,1 \times 2,3 + 0,1 \times 2,9 + 0,05 \times 0,2 + 0,05 \times 3,7 + 0,7 \times 1 = 1,41.$$

Значение коэффициента K_a , учитывающего аэрацию местности, определяется по табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_a
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жильте улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Для магистральной улицы с магистральной застройкой $K_a=1$.

Значение коэффициента K_y , учитывающего изменение загрязнения воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона определяем по табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Продольный уклон, °	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра K_c определяется по табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента K_v , определяющего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведено в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

Относительная влажность воздуха, %	Коэффициент K_v
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечений приведен в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Тип пересечения	Коэффициент K_n
Регулируемое пересечение:	
– светофорами обычное	1,8
– светофорами управляемое	2,1
– саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
– со снижением скорости	1,9
– кольцевое	2,2
– с обязательной остановкой	3,0

Подставим значение коэффициентов, оценим уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода:

$$Kc_0 = (0,5 + 0,01 \times 500 \times 1,4) \times 1 \times 1,06 \times 1,20 \times 1,00 = 8,96 \text{ мг/м}^3.$$

ПДК автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/м^3 . Снижение уровня выбросов возможно следующими мероприятиями:

- запрещение движения автомобилей;
- ограничение интенсивности движения до 300 авт./час;
- замена карбюраторных грузовых автомобилей дизельными;
- другие мероприятия.

Задание по теме 4

Комплексная оценка качества атмосферы промышленного предприятия и города

Для оценки степени воздействия крупных и мелких предприятий на атмосферу города используют категорию опасности предприятия (КОП), которая оценивает объем воздуха, необходимый для разбавления выбросов (M_i) i -го вещества над территорией предприятия до уровня ПДК $_i$. В свою очередь, качество атмосферы города можно оценить через категорию опасности города (КОГ), физический смысл которой заключается в некотором условном объеме загрязненного воздуха от всех предприятий города, который разбавлен до ПДК и приведен к одной токсичности.

Расчет загрязнения атмосферы выбросами от промышленных предприятий

Расчет категорий опасности предприятия и города

Категория опасности предприятия КОП используется для характеристики изменений качества атмосферы через выбросы, осуществляемые стационарными источниками, с учетом их токсичности.

КОП определяется через массовые характеристики выбросов в атмосферу:

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^m \text{КОВ}_i = \sum_{i=1}^m \left[\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right]^{\alpha_i},$$

где m – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

КОВ_i – категория опасности i -го вещества, $\text{м}^3/\text{с}$;

M_i – масса выбросов i -й примеси в атмосферу, $\text{мг}/\text{с}$;

ПДК_i – среднесуточная ПДК i -го вещества в атмосфере населенного пункта, $\text{мг}/\text{м}^3$;

α_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью диоксида серы (табл. 11).

Т а б л и ц а 11

Значения коэффициента α_i для загрязняющих веществ
разных классов опасности

Класс опасности вещества	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значения КОП рассчитываются при условии, когда $\frac{M_i}{\text{ПДК}} > 1$. При

$\frac{M_i}{\text{ПДК}} < 1$ значения КОП не рассчитываются и приравниваются к нулю.

Для расчета КОП при отсутствии $\text{ПДК}_{\text{СС}}$ используют значения $\text{ПДК}_{\text{МР}}$, ОБУВ или уменьшенные в 10 раз значения предельно допустимых концентраций рабочей зоны. Для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК или ОБУВ, значения КОП приравнивают к массе выбросов данных веществ.

Предприятия по величине категории опасности делят в соответствии с граничными условиями, приведенными в табл. 12.

Т а б л и ц а 12

Граничные условия для деления предприятий по категории опасности

Категория опасности предприятия	Значения КОП
I	$\geq 31,7-106$
II	$\geq 31,7-104$
III	$\geq 31,7-103$
IV	$< 31,7-103$

Форма отчета о выполненной работе

Отчет о выполненной работе оформляется в виде реферата с титульным листом. Содержание отчета включает в себя исходное задание (прил. 2), формулы и результаты расчетов.

Результаты включают в себя:

1) расчет КОП, табл. 13 с результатами по ранжированию выбросов предприятий по КОВ и массе выбросов (табл. 14).

Т а б л и ц а 13

Вещество	Масса выбросов		Ранг	Предприятие
	т/год	%		
Диоксид азота				
Диоксид серы				
Оксид углерода				
Пыль				
Всего				

Результаты ранжирования загрязняющих веществ по массе выбросов

Т а б л и ц а 14

Результаты ранжирования загрязняющих веществ по категории опасности

Показатель	Характеристика выбросов в атмосферу		
	Значения КОВ		Ранг
	м3/с	%	
Суммарный по предприятию			
Диоксид азота			
Диоксид серы			
Пыль			
Оксид углерода			

2) выводы.

Пример расчета

Исходные данные (табл. 15 и 16):

Т а б л и ц а 15

Количество выбросов загрязняющих веществ

Вещество	Масса выбросов		Ранг	Предприятие
	т/год	%		
Диоксид азота	3,521	16,46	3	Комбикормовый завод
Диоксид серы	1,136	5,31	4	
Оксид углерода	12,643	59,1	1	
Пыль	4,092	19,13	2	
Всего	21,392	100		

Т а б л и ц а 16

ПДК_{СС} и класс опасности для используемых загрязнителей

Показатель	ПДК _{СС} , мг/м ³	Класс опасности
Диоксид азота	0,04	2
Сероводород	0,008	2
Диоксид серы	0,05	3
Пыль	0,15	3
Оксид углерода	3	4

Выполнение:

$$КОВ_{NO_2} = \left(\frac{3,521 \cdot 31,7}{0,04} \right)^{1,3} = 30700 = 3,07 \times 10^4 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$КОВ_{SO_2} = \left(\frac{1,136 \cdot 31,7}{0,05} \right)^{1,0} = 720,2 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$КОВ_{\text{пыль}} = \left(\frac{4,092 \cdot 31,7}{0,15} \right)^{1,0} = 866,7 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$КОВ_{CO} = \left(\frac{12,643 \cdot 31,7}{3} \right)^{0,9} = 81,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет категории опасности предприятия:

$$КОП = 2,9 \times 10^4 + 720,2 + 866,7 + 81,7 = 3,07 \times 10^4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Данные сведены в табл. 17.

Т а б л и ц а 17

Ранжирование выбросов по категории опасности

Показатель	Характеристика выбросов в атмосферу		
	Значения КОВ		Ранг
	м ³ /с	%	
Суммарный по предприятию	3,07×10 ⁴	100	
Диоксид азота	2,9×10 ⁴	94,56	1
Диоксид серы	720,2	2,35	3
Пыль	866,7	2,82	2
Оксид углерода	81,7	0,27	4

Вывод: приоритетным загрязняющим веществом по массе выбросов на комбикормовом заводе являются основные продукты неполного сгорания топлива – угарный газ – 59,1 % и диоксид азота – 16,5 %, а также пыль – 19,1 %.

Приоритетным загрязняющим веществом по категории опасности вещества на комбикормовом заводе является наиболее токсичное соединение – диоксид азота (94,56 %). Затем следуют вещества третьего класса опасности: пыль (2,82 %) и диоксид серы (2,35 %). На последнем месте находится соединение четвертого класса опасности – оксид углерода (0,27 %). То есть, приоритетным загрязняющим веществом на комбикормовом заводе по массе выбросов является оксид углерода, а по категории опасности вещества – диоксид азота.

Комбикормовый завод – предприятие IV категории опасности.

Задание по теме 5

Методика расчета выбросов оксида углерода, углеводорода, оксидов азота, серы, сажи и свинца от автотранспорта

В состав отработавших газов входят токсичные и поэтому наиболее опасные для здоровья человека: окись углерода, окислы (окись и двуокись) азота, углеводороды, альдегиды (формальдегид и акролеин), соединения серы, ядовитый свинец и его соединения, сажа и канцерогенное вещество бенз(а)пирен.

Транспортные источники загрязнения атмосферы обладают рядом специфических особенностей, учет которых необходим на любом уровне рассмотрения проблемы. По существующей классификации их можно отнести к линейным наземным непрерывно действующим источникам с переменной мощностью выброса, расположенных непосредственно в жилых районах города. Особую опасность для окружающей среды эти источники создают тем, что выброс осуществляется в приземном слое воздуха на очень небольшой высоте (менее одного метра) (прил. 3).

Расчет выбросов от автомобильного транспорта

Массовый выброс загрязняющих веществ автомобильным транспортом при движении по данной улице M_{ij} рассчитывается по формуле:

$$M_{ij} = m_{ij} \times L_{\text{общ}}^N \cdot 10^{-6}, \quad (5.1)$$

где m_{ij} – приведенный пробеговый выброс, г/км

$$m_{ij} = m_i \times K_{ri} \times K_{ti}, \quad (5.2)$$

m_i – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества транспортным средством, г/км;

K_{ri} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов;

K_{ti} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего;

$L_{\text{общ}}^N$ – суммарный годовой пробег автомобилей по данной улице, который является функцией времени, интенсивности и скорости движения АТС, км.

Суммарный сезонный пробег по улице рассчитывается по следующей схеме:

$$L_{\text{общ}}^N = \sum_l^n L_{\text{сез}}^N = \sum_l^n v_{\text{авт}} t_g N_{\text{сез}}^N, \quad (5.3)$$

где $v_{\text{авт}}$ – скорость движения транспортных средств;

$N_{\text{сез}}^N$ – число автомобилей, прошедших по данной улице за сезон;

t_g – время движения автотранспортного средства по данной улице, которое рассчитывается по формуле

$$t_g = \frac{L}{v_{\text{авт}}}, \quad (5.4)$$

где L – длина улицы, км.

Исходя из уравнений (7.3) и (7.4), суммарный годовой пробег автомобилей будет рассчитываться по формуле

$$L_{\text{общ}}^N = \sum_l^n L \cdot N_{\text{сез}}^N. \quad (5.5)$$

Число автомобилей, прошедших по данной улице за сезон, определяется суммированием

$$N_{\text{сез}}^N = t \times (N_y + N_d + N_b + N_n), \quad (5.6)$$

где t – время, в часов

n – количество дней в сезоне

Значения приведенного пробегового выброса i -го загрязняющего вещества данным типом транспортных средств приведены в табл. 18.

Пример расчета пробега легкового автотранспорта для улицы Коммунистической (зима) приведен ниже:

$$L_{\text{зим}}^N = 6 \text{ ч.} \times 1,65 \text{ км} \times (150+108+135+6) \times 91 = 359\,459 \text{ км.}$$

Количество выбросов угарного газа за сезон составляет

$$M_{\text{CO}} = 359459 \times 9,8 \text{ г/км} \times 10^{-6} = 7,1 \text{ т/сезон.}$$

Т а б л и ц а 18

Приведенный пробеговой выброс для различных видов автотранспорта

Тип автотранспорта	Примеси	Пробеговой выброс, г/км	Коэффициенты			Приведенный пробеговой выброс, г/км
			K_{ri}	K_{ti}	K_{ni}	
1	2	3	4	5	6	7
Легковые	CO	13,0	0,87	1,75	–	19,8
	NO ₂	1,5	0,94	1,0	–	1,4
	CH	2,6	0,92	1,48	–	3,5
	SO ₂	0,076	1,15	1,15	–	0,1
	Pb	0,025	1,15	1,15	–	0,03
Грузовые бензиновые	CO	52,6	0,89	2,0	0,68	63,7
	NO ₂	5,1	0,79	1,0	0,67	2,7
	CH	4,7	0,85	1,83	0,87	6,4
	SO ₂	0,16	1,15	1,15	1,19	0,3
	Pb	0,023	1,15	1,15	1,19	0,04
Грузовые дизельные	CO	2,8	0,95	1,6	0,68	2,9
	NO ₂	8,2	0,92	1,0	0,82	6,2
	CH	1,1	0,93	2,1	0,76	1,6
	SO ₂	0,96	1,15	1,15	1,2	1,5
	Сажа	0,5	0,8	1,9	0,54	0,4
Автобусы бензиновые	CO	67,1	0,89	1,4	0,9	75,2
	NO ₂	9,9	0,79	1,4	0,89	9,7
	CH	5,0	0,85	1,4	0,96	5,7
	SO ₂	0,25	1,15	1,1	1,3	0,4
	Pb	0,037	1,15	1,1	1,3	0,1
Автобусы дизельные	CO	4,5	0,95	1,4	0,89	5,3
	NO ₂	9,1	0,92	1,4	0,93	10,9
	CH	1,4	0,93	1,4	0,92	1,7
	SO ₂	0,9	1,15	1,1	1,3	1,5
	Сажа	0,8	0,8	1,4	0,75	0,7

Расчет категории опасности автомобильного транспорта

Категорию опасности автомобильного транспорта рассчитывают по аналогии с категорией опасности предприятия

$$КОА = \sum_1^n \left[\frac{M_i}{ПДК_i} \right]^{\alpha_i} . \quad (5.7)$$

Для расчета КОА при отсутствии ПДК_{СС} используют значения ПДК_{мр}, ОБУВ или уменьшенные в 10 раз значения предельно допустимой концентрации для рабочей зоны.

Расчет категории опасности дороги

Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается выбросами пыли (M_n), а пылеобразование на дорогах можно количественно описать через категорию опасности дороги (КОД), которая будет связана с количеством выбросов уравнением

$$\text{КОД} = \frac{M_n}{\text{ПДК}_n} = \frac{CV^y}{\text{ПДК}_n}, \quad (5.8)$$

где C – концентрация пыли в воздухе улицы;

V^y – объем воздуха, в котором рассеяна пыль.

Количество пыли, выбрасываемое N -м количеством автомобилей i -го класса, проходящих над поверхностью S_A рассчитывается по формуле

$$M_a^y = \psi_i \cdot S_{A_i} \cdot N_i, \quad (5.9)$$

где S_A – площадь проекции автомобиля на поверхность дороги, м;

ψ – сдуваемость пыли, мг/см² с;

N_i – интенсивность движения автомобилей i -го класса.

Значения удельной сдуваемости для различных транспортных средств представлены в табл. 19.

Т а б л и ц а 19

Значения удельной сдуваемости для различных транспортных средств

Тип АТС	Значения удельной сдуваемости, мг/с
Легковой	240
Грузовой	516
Автобусы	541

Объем воздуха, в котором распределяется пыль, рассчитывается через постоянный объем атмосферы (V^y_0), определяемый площадью улицы (S) и высотой приземного слоя (h), и его прирост (ΔV), создаваемый диффузионными процессами и определяется по формуле

$$V^y = V^y_0 + \Delta V = Sh + \Delta V. \quad (5.10)$$

Для случая, когда в атмосфере наблюдаются застойные явления ($v=0-3$ м/с) прирост определяется через увеличение высоты приземного слоя

$$\Delta V = [2(L \cdot h) + S] \cdot v_{\text{диф}} \cdot t. \quad (5.11)$$

Вероятность таких погодных условий составляет 45 %.

Расчет категории опасности улицы

В качестве комплексного показателя, характеризующего качество атмосферы на улице любого назначения используется категория опасности улицы (КОУ), которую следует определять через опасность (выбросы) автомобиля и качественные характеристики автомобильной дороги, то есть

$$КОУ = КОА + КОД. \quad (5.12)$$

Форма отчета о выполненной работе

Содержание отчета включает в себя исходное задание (приложение 4), формулы и результаты расчетов.

Результаты включают в себя:

1) расчет массы загрязняющих веществ, выбрасываемых автомобильным транспортом на данной улице, таблицу по суммарному выбросу вредных веществ (табл. 20).

Т а б л и ц а 20

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемое автотранспортом на данной улице

Название улицы	Период исследования (зима, весна, лето, осень)						
	Тип автомобиля	Выбросы разных веществ по сезонам, т/сезон					Суммарный выброс, т/сезон
		СО	СН	NO _x	SO ₂	Pb	Сажа
	Легковые						
	Грузовые						
	Автобусы						
	Всего						

2) расчет КОА, таблицу с результатами КОВ для различного вида транспорта (табл. 21);

Т а б л и ц а 21

Значения категории опасности вещества для различного вида автотранспорта

Название улицы	Период исследования (зима, весна, лето, осень)						
	Тип автомобиля	Значения КОВ, м ³ /с					КОА, м ³ /с
		СО	СН	NO _x	SO ₂	Pb	Сажа
	Легковые						
	Грузовые						
	Автобусы						
	Всего						

3) выводы.

Задание по теме 5

Расчет выбросов загрязняющих веществ от автозаправочных станций (АЗС)

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на АЗС являются резервуары с нефтепродуктами при их заполнении и топливные баки автомобилей при их заправке.

Валовой выброс углеводородов определяется по формуле:

$$M_{\text{сн}} = (n_1' m_1' + n_1'' m_1'' + n_5' m_5' + n_5'' m_5'') \times 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где n_1', n_1'' – нормы естественной убыли нефтепродуктов первой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весенне-летний периоды, кг/год;

m_1', m_1'' – количество нефтепродуктов первой группы, реализуемое в каждый период, т;

n_5', n_5'' – нормы естественной убыли нефтепродуктов пятой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весенне-летний периоды, кг/год;

m_5', m_5'' – количество нефтепродуктов первой группы, реализуемое в каждый период, т.

Максимально разовый выброс углеводородов $G_{\text{сн}}$ определяется только в весенне-летний период при сливе нефтепродуктов первой группы из автоцистерны в резервуар по формуле:

$$G_{\text{сн}} = (C_1 V) / t_{\text{сл}}, \text{ г/с},$$

где C_1 – концентрация углеводородов в выбросах газо-воздушной смеси при заполнении резервуара в весенне-летний период нефтепродуктами первой группы, 200 г/м³;

V – количество топлива, м³;

$t_{\text{сл}}$ – время слива, сек.,

слив с помощью насоса – $t_{\text{сл1}}$,

слив самотеком – $t_{\text{сл2}}$.

Для автомобилей – цистерн (АЦТСВ) и прицепа-цистерны (ПЦ), предназначенных для перевозки нефтепродуктов:

АЦ-4.2-53А – $V = 4,2 \text{ м}^3$, $t_{\text{сл1}} = 600 \text{ с}$, $t_{\text{сл2}} = 1020 \text{ с}$;

АЦ-4.2-130 – $V = 4,2 \text{ м}^3$, $t_{\text{сл1}} = 600 \text{ с}$, $t_{\text{сл2}} = 1020 \text{ с}$;

ТСВ-6 – $V = 6,5 \text{ м}^3$, $t_{\text{сл1}} = 900 \text{ с}$, $t_{\text{сл2}} = 1560 \text{ с}$;

ПЦ-5.6-817 – $V = 5,6 \text{ м}^3$, $t_{\text{сл2}} = 1200 \text{ с}$.

Распределение нефтепродуктов по группам, распределение территории РФ по климатическим зонам и нормы естественной убыли нефтепродуктом при приемке, хранении и отпуске на АЗС и пунктах заправки приведены в табл. 22–24.

Т а б л и ц а 22

Распределение нефтепродуктов по группам

Группа	Наименование нефтепродуктов
1	Бензин автомобильный, ГОСТ 2084-77 Бензин автомобильный АИ-96 «Экстра», ОСТ 38019-75
5	Топливо дизельное кроме «Зимнего» и «Арктического» Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей, ГОСТ 1667-68 Топливо дизельное экспортное, ТУ-38

Т а б л и ц а 23

Распределение территории РФ по климатическим зонам
для применения естественной убыли нефтепродуктов

Климатическая зона	Края, округа, области и т.д., входящие в климатическую зону
1	Бурятия, Карелия, Коми, Якутия, Красноярский край (Хакассия), Таймыр, Ханта-Мансийск, Чукотский, Эвенский, Ямало-Ненецкий, Амурская, Иркутская, Мурманская, Томская
2	Башкирия, Коми (кроме Воркуты, Инты, Печоры), Марийская, Татарстан, Удмуртия, Чувашия, Тувинская, Алтайский, Приморский, Хабаровский, Еврейская, Хакассия, Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Вологодская, Воронежская, Нижне-Новгородская, Ивановская, Кемеровская, Камчатская, Курская, Костромская, Санкт-Петербургская, Оренбургская, Омская, Орловская, Московская, Новгородская, Магаданская, Псковская, Пензенская, Пермская, Рязанская, Саратовская, Сахалинская, Смоленская, Тамбовская, Тульская, Тюменская, Челябинская, Читинская, Ярославская
3	Дагестан, Кабардино-Балкария, Калмыкия, Ингушетия, Краснодарский, Ставропольский, Астраханская, Ростовская

Т а б л и ц а 24

Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приемке,
хранении, отпуске на автозаправочных станциях и пунктах заправки,
кг на 1 т принятого количества

Тип резервуара	Группа нефтепродукта	Климатическая зона					
		1		2		3	
		осенне-зим- ний период	весенне-лет- ний период	осенне-зим- ний период	весенне-лет- ний период	осенне-зим- ний период	весенне-лет- ний период
Наземный стальной	1	0,38	0,60	0,54	0,99	0,72	1,05
	5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Наземный стальной с понтоном	1	0,15	0,3	0,27	0,4	0,4	0,56
Заглублен- ный	1	0,23	0,30	0,36	0,40	0,48	0,56
	5	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

П р и м е ч а н и е : календарный план делится на два периода: осенне-зимний (с 1 октября по 31 марта включительно) и весенне-летний (с 1 апреля по 30 сентября включительно).

И с х о д н ы е д а н н ы е :

Группа нефтепродуктов: при № 1, 2, 3, 4, 5 – 1-я;
при № 6, 7, 8, 9, 10 – 5-я.

Климатическая зона: при № 1, 2, 3 – 1-я;
при № 4, 5, 6 – 2-я;
при № 7, 8, 9, 10 – 3-я.

Тип резервуара: при № 3, 4, 6, 7 – наземный стальной;
при № 1, 2 – наземный стальной с понтоном;
при № 5, 8, 9, 10 – заглубленный.

Цистерны: при № 1, 2, 3 – АЦ 4.2-53А;
при № 4, 5, 6 – ТСВ-6;
при № 7, 8, 9, 10 – ПЦ 5.6-817.

$t_{\text{сл}}$ – при № 1, 2 – $t_{\text{сл1}}$ (АЦ 4.2-53А);
при № 3, 4 – $t_{\text{сл2}}$ (АЦ 4.2-53А);
при № 5, 6 – $t_{\text{сл1}}$ (ТСВ-6);
при № 7, 8 – $t_{\text{сл2}}$ (ТСВ-6);
при № 9, 10 – $t_{\text{сл2}}$ (ПЦ 5.6-817).

Количество топлива, реализуемое в весенне-летний период:

$800 + N_0 N_0$ кг в сутки;

в осенне-зимний период – $400 + N_0 N_0$ кг в сутки.

$N_0 N_0$ – две последние цифра зачетной книжки.

Задание по теме 6

Расчет выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта

Автотранспорт является мощным источником загрязнения природной среды. Из 35 млн. т вредных выбросов 89 % приходится на выбросы предприятий автомобильного транспорта и дорожно-строительного комплекса, 8 % – на железнодорожный транспорт, около 2 % – на авиатранспорт и около 1 % – на водный транспорт.

Расчет проводится для следующих загрязняющих веществ: оксида углерода (CO), углеводородов (CH), оксидов азота (в пересчете на NO_2) и соединений свинца. Для дизельных двигателей дополнительно рассчитываются выбросы сажи (C).

Выброс загрязняющих веществ определяется в момент «выезда-въезда» транспорта с территории гаража (автостоянки, автотранспортного предприятия и т.д.) за территорию предприятия.

Выброс i -го вещества одним автомобилем k -й группы в день при выезде с территории предприятия M'_{ik} и возврате M''_{ik} рассчитывают по формулам:

$$M'_{ik} = m_{\text{при}k} \times t_{\text{пр}} + m_{\text{Лик}} \times L_1 + m_{\text{ххик}} \times t_{\text{хх1}};$$

$$M''_{ik} = m_{\text{Лик}} \times L_2 + m_{\text{ххик}} \times t_{\text{хх2}},$$

где $m_{\text{при}k}$ – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы, г/мин;

$m_{\text{Лик}}$ – пробеговой выброс i -го вещества при движении автомобиля по территории с относительно постоянной скоростью, г/км;

$m_{\text{ххик}}$ – удельный выброс i -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин;

$t_{\text{пр}}$ – время прогрева двигателя, мин;

L_1, L_2 – пробег по территории предприятия автомобилей в день при въезде (выезде), км;

$t_{\text{хх1}}, t_{\text{хх2}}$ – время работы двигателя на холостом ходу при выезде (возврате) на территорию, мин.

Скорость движения автомобилей по территории предприятия составляет 10–20 км/ч, нагрузка практически отсутствует. Значения $m_{\text{при}k}$, $m_{\text{Лик}}$, $m_{\text{ххик}}$ для различных групп автомобилей представлены в табл. 25–29. Эти значения отражают не только типы автомобилей, их грузоподъемность, но и период года.

Т а б л и ц а 25

Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на закрытых стоянках

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество		
		CO	CH	NO ₂
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин	m _{прик}	5,0	0,7	0,05
Удельный выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин	m _{ххik}	4,5	0,4	0,05
Пробеговый выброс при движении со скоростью 10–20 км/ч, г/км	m _{Lik}	17,0	1,7	0,4
Пробеговый выброс при движении по пандусу, г/км: спуск подъем	m _{nik}	4,5	0,4	0,05
		20,0	1,5	3,0

П р и м е ч а н и е : Для газобаллонных автомобилей выбросы CO и CH умножаются на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно (сжатый газ).

Т а б л и ц а 26

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе двигателя на холостом ходу

Категория автомобилей	Тип ДВС	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин			
		CO	CH	NO ₂	C
Грузовые автомобили грузоподъемностью:					
до 1000 кг	карбюраторный	4,5	0,4	0,05	
от 1000 до 3000 кг	карбюраторный	8,1	1,6	0,1	
	дизельный	1,54	0,2	0,45	0,01
от 3000 до 6000 кг	карбюраторный	18,1	2,9	0,2	
	дизельный	2,8	0,3	0,62	0,03
свыше 6000 кг	карбюраторный	23,4	3,3	0,2	
	дизельный	2,9	0,3	1,0	0,04

Т а б л и ц а 27

Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на открытых стоянках

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество					
		СО		СН		NO ₂	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин	$m_{\text{прик}}$	5,0	9,1	0,4	1,0	0,05	0,1
Удельный выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин	$m_{\text{ххik}}$	4,5	4,5	0,4	0,4	0,05	0,05
Пробеговой выброс при движении со скоростью 10–20 км/ч, г/км	m_{Lik}	17,0	21,3	1,7	2,5	0,4	0,3

П р и м е ч а н и е : 1. Для газобаллонных автомобилей выбросы СО и СН умножаются на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно (сжатый газ).

2. В переходный период выбросы СО и СН и С должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Т а б л и ц а 28

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Пробеговой выброс загрязняющего вещества, г/км (mL/km)							
		СО		СН		NO ₂		С	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
$q < 1000$	карбюраторный	19,6	24,3	3,5	4,2	0,4	0,3		
$1000 < q < 3000$	карбюраторный	27,6	34,4	4,9	6,0	0,6	0,5		
	дизельный	3,2	3,9	0,6	0,7	2,5	2,3	0,2	0,3
$3000 < q < 6000$	карбюраторный	47,4	59,3	8,5	10,3	1,0	0,8		
	дизельный	4,1	5,0	0,7	0,9	3,0	2,4	0,2	0,3
$q > 6000$	карбюраторный	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	0,9		
	дизельный	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	2,7	0,2	0,3

П р и м е ч а н и е : 1. Для газобаллонных автомобилей выбросы СО и СН умножаются на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно (сжатый газ).

2. В переходный период выбросы СО и СН и С должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Т а б л и ц а 29

Удельные выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями в процессе прогрева двигателя

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин (mприк)							
		СО		СН		NO ₂		С	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
$q < 1000$	карбюраторный	4,5	9,1 6,2	0,4	1,0 0,65	0,05	0,1 0,05		
$1000 < q < 3000$	карбюраторный	8,1	21,8 14,2	1,6	3,6 2,4	0,1	0,2 0,1		
	дизельный	1,54	2,36 1,92	0,2	0,5 0,32	0,45	0,65 0,45	0,01	0,08 0,05
$3000 < q < 6000$	карбюраторный	18,1	44,5 26,1	2,9	8,7 5,4	0,2	0,3 0,2		
	дизельный	2,8	4,37 3,6	0,3	0,8 0,54	0,62	0,84 0,62	0,03	0,21 0,12
$q > 6000$	карбюраторный	23,4	57,2 33,8	3,3	9,1 6,3	0,2	0,3 0,2		
	дизельный	2,9	8,18 5,3	0,4	1,1 0,7	1,0	2,0 1,0	0,04	0,35 0,18

П р и м е ч а н и е : 1. Для холодного периода года в числителе приведены данные для автомобилей, хранящихся на открытых площадках без средств подогрева, в знаменателе – при наличии средств подогрева. В переходный период значения выбросов СО, СН и С должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ принимают равными выбросам в холодный период.

2. Для газобаллонных автомобилей значения выбросов СО и СН должны умножаться на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно (сжатый газ).

Периоды года (холодный, переходный, теплый) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C , относятся к холодному периоду, выше $+5^{\circ}\text{C}$ – к теплому, с температурой от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$ – к переходному. Влияние периода года учитывается только для выезжающих автомобилей.

Пробег автомобиля по территории предприятия при въезде и выезде в данном случае $L_1=L_2$, км.

Время прогрева ($t_{\text{пр}}$) – 4 мин (для закрытой стоянки), а на открытой стоянке – 12 мин в холодный период, 6 мин в переходный и 4 мин – в теплый.

Валовой (суммарный) выброс каждого (i -го) вещества рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле

$$M_i^j = \sum_{k=1}^k \alpha_v (M'_{ik} + M''_{ik}) \cdot N_k \cdot D_p^j \cdot 10^{-3}, \text{ кг},$$

где α_v – коэффициент выпуска в смену;

N_k – количество автомобилей k -й группы на предприятии;

D_p^j – количество рабочих дней в расчетном периоде года;

j – период года (теплый (т), холодный (х), переходный (п)).

Количество рабочих дней в расчетном периоде зависит от режима работы предприятия и длительности периодов со средней температурой ниже -5°C , от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$, выше $+5^{\circ}\text{C}$.

Для определения годового суммарного выброса массы одноименных веществ по периодам суммируются:

$$M_i = M_i^{\text{т}} + M_i^{\text{х}} + M_i^{\text{п}}, \text{ кг}.$$

Максимальный разовый выброс i -го вещества (G_i) рассчитывается по формуле

$$G_i = \sum_{k=1}^k ((m_{\text{при}ik} t_{\text{пр}} m_{Lik} L + m_{\text{хх}ik} t_{\text{хх}}) a_v N_k) / 60 t_p, \text{ г/сек},$$

где t_p – время разезда автомобилей, принятое равным 120 мин.

Максимальный разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

Приведем пример расчета выбросов загрязняющих веществ для грузовых автомобилей грузоподъемностью 3–6 т.

Количество автомашин – 4.

Выброс оксида углерода

Холодный период.

$$M'_{\text{CO}} = 26,1 \times 4 + 59,3 \times 1 + 18,1 \times 1 = 181,8 \text{ г}$$

$$M''_{\text{CO}} = 59,3 \times 1 + 18,1 \times 1 = 77,4 \text{ г}$$

Переходный период.

$$M'_{CO} = 26,1 \times 0,9 \times 4 + 59,3 \times 0,9 \times 1 + 18,1 \times 1 = 165,43 \text{ г}$$

$$M''_{CO} = 59,3 \times 0,9 \times 1 + 18,1 \times 1 = 71,47 \text{ г}$$

Теплый период.

$$M'_{CO} = 18,1 \times 4 + 47,4 \times 1 + 18,1 \times 1 = 137,9 \text{ г}$$

$$M''_{CO} = 47,4 \times 1 + 18,1 \times 1 = 65,5 \text{ г}$$

Валовой выброс.

$$M^x_{CO} = 0,8(181,8 + 77,4)4 \times 65 \times 10^{-3} = 53,9136 \text{ кг}$$

$$M^n_{CO} = 0,8(165,43 + 71,47)4 \times 86 \times 10^{-3} = 65,1949 \text{ кг}$$

$$M^t_{CO} = 0,8(137,9 + 65,5)4 \times 114 \times 10^{-3} = 74,2003 \text{ кг}$$

Общий валовой выброс.

$$M^o_{CO} = 53,9136 + 65,1949 + 74,2003 = 193,3088 \text{ кг} = 0,19331 \text{ т/год}$$

Максимальный разовый выброс.

$$G'_{CO} = 0,8 \times 181,8 \times 4 / 60 \times 120 = 0,08082 \text{ г/сек}$$

Выброс углеводородов (СН).

Холодный период.

$$M'_{CH} = 5,4 \times 4 + 10,3 \times 1 + 2,9 \times 1 = 34,8 \text{ г}$$

$$M''_{CH} = 10,3 \times 1 + 2,9 \times 1 = 13,2 \text{ г}$$

Переходный период.

$$M'_{CH} = 4,86 \times 4 + 9,27 \times 1 + 2,9 \times 1 = 31,61 \text{ г}$$

$$M''_{CH} = 9,27 \times 1 + 2,9 \times 1 = 12,17 \text{ г}$$

Теплый период.

$$M'_{CH} = 2,9 \times 4 + 8,5 \times 1 + 2,9 \times 1 = 23,0 \text{ г}$$

$$M''_{CH} = 8,5 \times 1 + 2,9 \times 1 = 11,4 \text{ г}$$

Валовой выброс.

$$M^x_{CH} = 0,8 \times 48,0 \times 4 \times 65 \times 10^{-3} = 9,9840 \text{ кг}$$

$$M^n_{CH} = 0,8 \times 43,78 \times 4 \times 86 \times 10^{-3} = 12,0483 \text{ кг}$$

$$M^t_{CH} = 0,8 \times 34,4 \times 4 \times 114 \times 10^{-3} = 12,5491 \text{ кг}$$

Общий валовой выброс.

$$M^o_{CH} = 9,984 + 12,0483 + 12,5491 = 34,5814 \text{ кг} = 0,03458 \text{ т/год}$$

Максимальный разовый выброс.

$$G'_{CH} = 0,8 \times 34,8 \times 4 / 60 \times 120 = 0,01547 \text{ г/сек}$$

Выброс диоксида азота (NO₂).

Холодный период.

$$M'_{NO_2} = 0,2 \times 4 + 0,8 \times 1 + 0,2 \times 1 = 1,8 \text{ г}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 0,8 \times 1 + 0,2 \times 1 = 1,0 \text{ г}$$

Переходный период.

$$M'_{\text{NO}_2} = 0,18 \times 4 + 0,72 \times 1 + 0,2 \times 1 = 1,64 \text{ г}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 0,72 \times 1 + 0,2 \times 1 = 0,92 \text{ г}$$

Теплый период.

$$M'_{\text{NO}_2} = 0,2 \times 4 + 1,0 \times 1 + 0,2 \times 1 = 2,0 \text{ г}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 1,0 \times 1 + 0,2 \times 1 = 1,3 \text{ г}$$

Валовой выброс.

$$M^x_{\text{NO}_2} = 0,8 \times 2,8 \times 4 \times 65 \times 10^{-3} = 0,5824 \text{ кг}$$

$$M^{\text{п}}_{\text{NO}_2} = 0,8 \times 2,56 \times 4 \times 86 \times 10^{-3} = 0,7045 \text{ кг}$$

$$M^{\text{т}}_{\text{NO}_2} = 0,8 \times 3,3 \times 4 \times 114 \times 10^{-3} = 1,2038 \text{ кг}$$

Общий валовой выброс.

$$M^0_{\text{NO}_2} = 0,5824 + 0,7045 + 1,2038 = 2,4907 \text{ кг} = 0,00249 \text{ т/год}$$

Максимальный разовый выброс.

$$G'_{\text{NO}_2} = 0,8 \times 2 \times 4 / 7200 = 0,00089 \text{ г/сек}$$

Выброс ангидрида сернистого (диоксида серы).

Холодный период.

$$M'_{\text{SO}_2} = 0,03 \times 4 + 0,22 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,369 \text{ г}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 0,22 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,249 \text{ г}$$

Переходный период.

$$M'_{\text{SO}_2} = 0,0288 \times 4 + 0,198 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,3422 \text{ г}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 0,198 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,227 \text{ г}$$

Теплый период.

$$M'_{\text{SO}_2} = 0,029 \times 4 + 0,18 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,325 \text{ г}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 0,18 \times 1 + 0,029 \times 1 = 0,209 \text{ г}$$

Валовой выброс.

$$M^x_{\text{SO}_2} = 0,8 \times 0,618 \times 4 \times 65 \times 10^{-3} = 0,12854 \text{ кг}$$

$$M^{\text{п}}_{\text{SO}_2} = 0,8 \times 0,5692 \times 4 \times 86 \times 10^{-3} = 0,15664 \text{ кг}$$

$$M^{\text{т}}_{\text{SO}_2} = 0,8 \times 0,534 \times 4 \times 114 \times 10^{-3} = 0,19480 \text{ кг}$$

Общий валовой выброс.

$$M^0_{\text{SO}_2} = 0,12854 + 0,15664 + 0,19480 = 0,47998 \text{ кг} = 0,00048 \text{ т/год}$$

Максимальный разовый выброс.

$$G'_{\text{SO}_2} = 0,8 \times 0,369 \times 4 / 7200 = 0,000181 \text{ г/сек}$$

Аналогично проводятся расчеты выбросов загрязняющих веществ и по другим группам автомашин. Результаты представляются в табл. 30–31.

Исходные данные для расчета:

время прогрева – 1 мин,

количество автомобилей к-той группы –

1-я группа: топливо-бензиновые – №№ шт.;

2-я группа: дизельное топливо — №№№ шт.

количество рабочих дней в расчетном периоде:

холодный – $65 + \text{№}$ дн.,

переходный – $86 + \text{№}$ дн.,

теплый – $114 + \text{№}$ дн.;

коэффициент выпуска – 0,8;

пробег автомобиля по территории – $1 \text{ км} + 0,1\text{№}$ км;

время холостого хода – № мин;

время разъезда автомобилей – $100\text{мин} + 10\text{№}$ мин.

Виды автомобилей: стоянка открытая, средств подогрева нет;

при номерах 1, 2:

1-я гр. – легковые;

2-я гр. – грузовые, грузоподъемностью более 6000 кг;

при номерах 3, 4:

1-я гр. – грузовые, грузоподъемностью до 1000 кг;

2-я гр. – грузовые, грузоподъемностью более 6000 кг;

при номерах 5, 6:

1-я гр. – грузовые, грузоподъемностью от 1000 до 3000 кг,

2-я гр. – грузовые, грузоподъемностью от 3000 до 6000 кг;

при номерах 7, 8:

1-я гр. – грузовые, грузоподъемностью от 3000 до 6000 кг,

2-я гр. – грузовые, грузоподъемностью от 1000 до 3000 кг;

при номерах 9, 0:

1-я гр. – грузовые, грузоподъемностью более 6000 кг;

2-я гр. – грузовые, грузоподъемностью от 1000 до 3000 кг.

Примечание: №, №№, №№№ – последняя, две последних, три последних цифры зачетной книжки соответственно.

Т а б л и ц а 30

Перечень автотранспортных средств

Наименование, тип	Кол-во, шт.	Грузоподъемность, т	Тип двигателя

Т а б л и ц а 31

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от транспортных средств

Группы машин	Грузо-подъемность, т	Кол-во машин в группе	Углерода оксид		Углеводороды		Азота диоксид		Свинец		Сажа	
			валовой выброс, т/год	макс. разовый выброс, г/сек	валовой выброс, т/год	макс. разовый выброс, г/сек	валовой выброс, т/год	макс. разовый выброс, г/сек	валовой выброс, т/год	макс. разовый выброс, г/сек	валовой выброс, т/год	макс. разовый выброс, г/сек
<i>Легковые карбюраторные</i>												
Х (холодный период)												
П(переходный)												
Т (теплый)												
Всего за год, кг												
<i>Грузовые карбюраторные</i>												
Х												
П												
Т												
Всего за год, кг												
Всего от автотранспорта за год, кг												
Всего от транспорта, кг												
Т												

Задание по теме 7

Расчет выброса загрязняющих веществ от участков технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей

На участках технического обслуживания и текущего ремонта источниками выделения загрязняющих веществ являются автомобили, перемещающиеся по помещению с помощью собственного двигателя. Загрязняющие вещества удаляются из помещения вытяжной вентиляцией.

Учитываемыми загрязняющими веществами, выделяющимися с отработавшими газами являются: оксид углерода, углеводороды, сажа, оксиды азота, оксиды свинца.

Удельные выбросы i -го вещества принимаются по табл. 25–29.

Валовой выброс загрязняющих веществ для помещений с проточной линией рассчитывается по формуле

$$M_{ik} = \sum_{k=1}^k (m_{\text{при}k} t_{\text{пр}} n + m_{\text{Лик}} S_{\text{ср}} n) \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год},$$

где $m_{\text{при}k}$ – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы, г/мин;

$m_{\text{Лик}}$ – пробеговой выброс i -го вещества при движении автомобиля по территории с относительно постоянной скоростью, г/км;

$S_{\text{ср}}$ – среднее расстояние пройденное автомобилем от въездных ворот до поста и обратно, км;

n – количество проведенных ТО и ТР для каждого типа автомобилей за год;

$t_{\text{пр}}$ – время прогрева двигателя, мин, при этом $m_{\text{при}k}$ и $m_{\text{Лик}}$ принимается для теплого периода года.

Максимальный разовый выброс i -го вещества для поточного метода обслуживания определяется по формуле:

$$G_i = ((k \cdot m_{\text{при}k} \cdot t + m_{\text{Лик}} \cdot S) / 1200) \cdot B, \text{ г/с},$$

где k – количество автомобилей, одновременно находящихся на одной поточной линии;

B – количество поточных линий в помещении.

Значения переменных для различных групп автомобилей представлены в табл. 25–29.

Исходные данные для расчета:

расстояние, проходимое автомобилем по помещению ТО и ТР от въездных ворот и обратно – 1 км + 0,1 № км;

количество проведенных ТО и ТР для каждого вида автомобилей за год – № №;

время прогрева двигателя – № мин;

помещение с проточной линией;
 количество автомобилей, одновременно находящихся на одной проточной линии – 5+№ шт.;
 количество проточных линий в помещении – № шт.
 №, №№ – последняя, две последних цифры зачетной книжки соответственно.

Расчет выброса загрязняющих веществ от шиноремонтного участка

При ремонте резинотехнических изделий (камеры, покрышки и т.п.) выделяются загрязняющие вещества: при обработке местных повреждений (шеровке) выделяется резиновая пыль, при приготовлении клея, промазке клеем и сушке выделяются пары бензина, при вулканизации выделяются сернистый ангидрид, дивинил, изопрен (табл. 32).

Т а б л и ц а 32

Удельные выделения загрязняющих веществ в процессе ремонта резинотехнических изделий

Операция	Применяемые вещества	Выделяемые вредные вещества	
		наименование	удельное количество, г/кг
Приготовление, нанесение и сушка клея	технический каучук, бензин	бензин	900
Вулканизация покрышек	не вулканизированная протекторная и прослоечная резина	сернистый ангидрид дивинил изопрен	0,0054 0,0213 0,0162
Вулканизация камер	вулканизированная камерная резина	сернистый ангидрид	0,0054

Валовые выбросы загрязняющих веществ рассчитываются по формулам:
 валовые выделения пыли

$$M_i^n = g^n \cdot n \cdot t \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год,}$$

где g^n – удельный показатель выделения пыли, при работе единицы оборудования в течение 1 сек (г);
 n – число дней работы участка в году;
 t – среднее (чистое) время работы шероховального станка в часах в день.

Расчет проводится отдельно для камер и покрышек, полученные результаты суммируются.

Валовые выбросы остальных загрязняющих веществ определяются по формуле:

$$M_i^b = g_i^b \cdot B \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год,}$$

где g_i^b – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг ремонтных материалов, клея в процессе его нанесения с последующей сушкой и вулканизацией;

B – количество израсходованных ремонтных материалов, в кг в год (клей, резина, бензин).

Максимально разовый выброс пыли при шероховке берется из табл. 33.

Т а б л и ц а 33

Удельное выделение пыли при шероховке

Шероховка мест повреждения	Выделяемые загрязняющие вещества	Удельное выделение при работе ед. оборудования в течение 1 сек (г)
камер	пыль	0,0226
покрышек	пыль	0,051

Максимально разовый выброс бензина определяется по формуле

$$G = (g_i^b \cdot B') / (t \cdot 3600), \text{ г/с,}$$

где B' – количество израсходованного бензина в день, кг;

t – время, затрачиваемое на приготовление, нанесение и сушку клея в день, час.

Максимально разовый выброс остальных веществ определяется по формуле

$$G = (M_i^b \cdot 10^{-3} \cdot a) / (t \cdot n \cdot 3600), \text{ г/с,}$$

где t – время вулканизации на одном станке в день, час.;

n – количество дней работы участка в год;

a – количество вулканизационных станков на участке.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Число дней работы участка в году – 220+№№.

Среднее (чистое) время работы шероховального станка в день – 2+0,1№ час для покрышек, 1+0,1№ час для камер.

Количество израсходованных ремонтных материалов: клей – 50+№ кг, резина – 30+№ кг, бензин – 20+№ кг в год.

Время, затрачиваемое на приготовление, нанесение и сушку клея – 3+0,1№ час.

Время вулканизации на одном станке – 1+0,1№ час.

Количество вулканизационных станков – 2.

№, №№ – последняя, две последних цифры зачетной книжки соответственно.

Задание по теме 7

Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельной

Учитываемыми загрязняющими веществами, выделяющимися при сгорании топлива, являются: твердые частицы, оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид (серы диоксид), пятиокись ванадия.

1. Валовой выброс твердых частиц в дымовых газах котельных определяется по формуле

$$M_T = q_T \cdot m \cdot X \cdot (1 - (y_T / 100)), \text{ т/год},$$

где q_T – зольность топлива, % (табл. 34);

m – количество израсходованного топлива за год, т;

X – безразмерный коэффициент (табл. 35);

y_T – эффективность золоуловителей (табл. 36).

Т а б л и ц а 34

Характеристика топлива (при нормальных условиях)

№ п/п	Наименование топлива	q_T , %	S' , %	Q_i' , МДж/кг
1	2	3	4	5
Угли				
1	Донецкий бассейн	28,0	3,5	18,50
2	Днепровский бассейн	31,0	4,4	6,45
3	Подмосковный бассейн	39,0	4,2	9,88
4	Печорский бассейн	31,0	3,2	17,54
5	Кизеловский бассейн	31,0	6,1	19,65
6	Челябинский бассейн	29,9	1,0	14,19
7	Южноуральский бассейн	6,6	0,7	9,11
8	Карагандинский бассейн	27,6	0,8	21,12
9	Экибастузский бассейн	32,6	0,7	18,94
10	Тургайский бассейн	11,3	7,6	13,18
11	Кузнецкий бассейн	13,2	0,4	22,93
12	Горловский	11,7	0,4	26,12
13	Кузнецкий (открытый)	11,0	0,4	21,46
14	Канско-Ачинский	6,7	0,2	15,54
15	Минусинский	17,2	0,5	20,16

Окончание табл. 34

1	2	3	4	5
16	Иркутский	27,0	1,0	17,93
17	Бурятский	16,9	0,7	16,88
18	Партизанский (Сучанский)	34,0	0,5	20,81
19	Раздольненский	32,0	0,4	19,64
20	Сахалинский	22,0	0,4	17,83
Другое топливо				
21	Мазут малосернистый	0,1	0,5	40,30
22	Мазут сернистый	0,1	1,9	39,85
23	Мазут высокосернистый	0,1	4,1	38,89
24	Дизельное топливо	0,025	0,3	42,75
25	Соляровое масло	0,02	0,3	42,46

Таблица 35

Значения коэффициента X в зависимости от типа топки и топлива

Тип топки	Топливо	X
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0026
Камерные топки	Мазут	0,010

Таблица 36

Средние эксплуатационные эффективности аппаратов газоочистки и пылеулавливания

№	Аппарат, установка	Эффективность улавливания (у _т), %	
		твердых и жидких частиц	газообразных и парообразных
Отходящие газы котельных			
1	Батарейные циклоны типа БЦ-2	85	
2	Батарейные циклоны на базе секции СЭЦ-24	93	
3	Батарейные циклоны типа ЦБР-150У	93-95	
4	Электрофильтры	97-99	
5	Центробежные скрубберы ЦС-ВТИ	88-90	
6	Мокропрутковые золоуловители ВТИ	90-92	
7	Жалюзийные золоуловители	75-85	
8	Групповые циклоны ЦН-15	85-90	
9	Дымосос-пылеуловитель ДП-10	93	
10	Электрофильтры	99	

Максимальный разовый выброс:

$$G_T = (q_T m' X(1 - (y_T / 100))) \cdot 10^6 / (24 \cdot 3600 n), \text{ г/сек},$$

где m' – расход топлива за самый холодный месяц года, т;

n – количество дней в самом холодном месяце года.

2. Валовой выброс оксида углерода:

$$M_{CO} = C_{CO} m (1 - (q_1 / 100)) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где q_1 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания, % (табл. 37):

m – количество израсходованного топлива, т/год, тыс.м³/год;

C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива, кг/т, кг/тыс.м³,

$$C_{CO} = q_2 \cdot R \cdot Q_i^r;$$

здесь q_2 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (табл. 37);

R – коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива:

1 – для твердого топлива;

0,5 – для газа;

0,65 – для мазута;

Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива (табл. 34).

Т а б л и ц а 37

Характеристика топок котлов малой мощности

Тип топки и котла	Топливо	q_1	q_2
Топка с пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Каменные угли	0,5	3
	Бурые угли	0,5	1,5
Камерная топка	Мазут	0,5	0,5

Максимальный разовый выброс оксида углерода определяется по формуле:

$$G_{CO} = (C_{CO} \cdot m' (1 - (q_1 / 100))) \cdot 10^3 / (24 \cdot 3600 n), \text{ г/сек},$$

где m' – расход топлива за самый холодный месяц, т;

3. Валовой выброс оксидов азота:

$$M_{NO_2} = m \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - b) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на один ГДж тепла, кг/Дж (табл. 38) для различ-

ных видов топлива в зависимости от производительности котлоагрегата;

b – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений. Для котлов производительностью до 30 т/час $b=0$.

Т а б л и ц а 38

Зависимость K_{NO_2} от паропроизводительности котлоагрегатов

№ п/п	Паропроизводительность котлоагрегата, (т/ч)	Значение K_{NO_2}		
		природный газ, мазут	бурый уголь	каменный уголь
1	0,5	0,08	0,155	0,172
2	0,7	0,085	0,163	0,18
3	1,0	0,09	0,168	0,188
4	2,0	0,095	0,183	0,20
5	3,0	0,098	0,192	0,21
6	4,0	0,099	0,198	0,215
7	6,0	0,1	0,205	0,225
8	8,0	0,102	0,213	0,228
9	10,0	0,103	0,215	0,235
10	15,0	0,108	0,225	0,248

Максимальный разовый выброс:

$$G_{\text{NO}_2} = \frac{m \cdot Q_i^r \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1-b) \cdot 10^3}{24 \cdot 3600 \cdot n}, \text{ г/сек.}$$

4. Валовой выброс оксидов серы определяется для твердого и жидкого топлива:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,02 \cdot m \cdot S^r \cdot (1-b'_{\text{SO}_2}) \cdot (1-b''_{\text{SO}_2}), \text{ т/год,}$$

где S^r – содержание серы в топливе, % (табл. 34);

b'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива (для угля – 0,1);

b''_{SO_2} – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе (для сухих золоуловителей равен 0).

Максимальный разовый выброс:

$$G_{\text{SO}_2} = \frac{0,02 \cdot m' \cdot S^r \cdot (1-b'_{\text{SO}_2}) \cdot (1-b''_{\text{SO}_2}) \cdot 10^6}{24 \cdot 3600 \cdot n}, \text{ г/сек,}$$

– количество израсходованного топлива за год (m) – 100000+№№№ т;

– расход топлива за самый холодный месяц года (m') – 60 % от m ;

– количество дней в самом холодном месяце года (n) – 31;
 при № 1–5 – каменный уголь;
 6–10 – бурые угли.

Задание по теме 8

Задание 1. Рассчитать плату за ущерб от захламления земель несанкционированными свалками отходов.

Расчет платы за ущерб от захламления земель свалками осуществляется по формуле:

$$\Pi = K_{\Pi} \times K_{\Sigma} \times \sum (5K_{\text{в}} \times H_{\Pi i} \times M_j),$$

где Π – размер платы за ущерб, тыс. руб.;

K_{Π} – коэффициент пересчета базовых нормативов $H_{\Pi i}$ в текущее (на конкретную дату);

K_{Σ} – коэффициент экологической ситуации;

5 – повышающий коэффициент на сопутствующее захламлению загрязнение (применяется только в случае складирования токсичных отходов);

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий время ликвидации сопутствующего захламлению загрязнение (в случае складирования токсичных отходов);

$H_{\Pi i}$ – норматив платы за захламление земель, тыс.руб./т или тыс.руб./куб.м;

M_i – масса (объем) отхода i -го вида, т (куб.м);

i – номер отхода ($i=1, \dots, n$);

n – количество видов отходов.

Исходные данные и результаты расчета

Значение норматива платы $H_{\Pi j}$, руб./т	Масса отходов M_i , т	Значение коэффициента, учитывающего продолжит. периода восстановления $K_{\text{в}}$	Значение коэффициента экологической ситуации K_{Σ}	Сумма платы за ущерб, руб.
14	21	8,9	1,6	14916713,28
2	10	8,2	1,6	1934931,2
Итого	-	-	-	15851644,48

Задание 2. Рассчитать плату за ущерб от загрязнения земель химическими веществами.

Размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. В случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по следующей формуле:

$$\Pi = (H_c \times S(i) \times K_b \times K_a(i) \times K_3(i) \times K_r),$$

где Π – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами (тыс. руб.);

H_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га). Стоимость земель городов и населенных пунктов определяется органами Роскомзема и утверждается соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

K_b – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель;

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

$K_a(i)$ – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом i -го вида;

$K_3(i)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района;

K_r – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель.

Исходные данные и результаты расчета

Значение норматива стоимости земель $H_{c,i}$, тыс.руб.	Площадь загрязнения S_{ij} , га	Значение коэффициента загрязнения $K_{3,i}$	Значение коэффициента, учитывающего глубину загрязнения K_r	Значение коэффициента, учитывающего продолжит. периода восстановления. K_b	Значение коэф-та экологич. ситуации K_3	Сумма платы за ущерб
155	0,7	1,5	2,0	8,9	1,6	660597,3
155	0,6	1,5	1,0	8,2	1,6	260845,8
Итого:						921443,1

Задание 3. Рассчитать плату за ущерб от деградации почв и земель.

Размер ущерба рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле:

$$Y_{\text{щ}} = H_c \times S \times K_9 \times K_c \times K_{\text{п}} + D_x \times S \times K_v,$$

где $Y_{\text{щ}}$ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб.);

H_c – норматив стоимости, определяемый согласно;

D_x – годовой доход с единицы площади (тыс. руб.);

S – площадь деградированных почв и земель (га);

K_9 – коэффициент экологической ситуации территории;

K_v – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель;

K_c – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент для особо охраняемых территорий.

Исходные данные и результаты расчета

Значение норматива стоимости земель H_c , тыс. руб.	Площадь деградированных земель S_{ij} , га	Значение коэффициента, учитывающего изменение степени деградации почв K_c	Значение коэффициента, учитывающего ценность особо охраняемых территорий $K_{\text{п}}$	Значение коэффициента, учитывающего продолжит периода восстановления K_v	Значение коэф-та экологич. ситуации K_9	Сумма платы за ущерб Тys. руб.
155	0,2	0,2	1,0	8,2	1,6	1468

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимова, Т.А. Экология. Природа – Человек – Техника [Текст]: учебник для вузов / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2001. – 343 с.
2. Афанасьев, Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды [Текст]: учебное пособие в двух частях. Часть 1. Общая / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 208 с.
3. Балтренас, П.Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях стройматериалов [Текст] / П.Б. Балтренас. – М.: Стройиздат, 1990. – 145 с.
4. Безуглая, Э.Ю. Чем дышит промышленный город [Текст] / Э.Ю. Безуглая. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 258 с.
5. Безуглая, Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнений атмосферы в городах [Текст] / Э.Ю. Безуглая. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.
6. Бюллетень фонового загрязнения окружающей среды [Текст]. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – 196 с.
7. Вопросы обработки, оценки и анализа данных о загрязнении атмосферного воздуха и других сред [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 208 с.
8. Доклад о состоянии окружающей природной среды Оренбургской области в 1995 году. Оренбургский областной комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов [Текст]. – Оренбург, 1996. – 128 с.
9. Журавлев, А.П. Комплексное обеспыливание промышленных предприятий [Текст] / А.П. Журавлев, А.А. Цыцура, А.Д. Буянов. – 1994. – 157 с.
10. Зайцев, В.А. Промышленная экология [Текст]: учебное пособие / В.А. Зайцев. – М.: ДеЛи, 1999. – 140 с.
11. Козлов, Ю.С. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]: учебное пособие / Ю.С. Козлов, В.П. Меньшова, И.А. Святкин. – М. Агар, 2000. – 210 с.
12. Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология [Текст]: учебник для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высш. школа, 2001.
13. Мониторинг воздуха. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха, 1995 [Текст]. – Ростов н/Д: Севкавгидромет, 1996. – 121 с.
14. Обеспыливание автомобильных дорог и аэродромов [Текст]. – М.: Транспорт, 1973. – 148 с.
15. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды [Текст]: учебное пособие для инженера-эколога. – М.: НУМЦ Минприроды России, Издательский Дом «Прибой», 1996. – 350 с.

16. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Текст] // Труды ГГО. – 1995. – Вып. 384. – С. 109–115.
17. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и природопользование в России [Текст] / В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов; под ред. В.Ф. Протасова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
18. Рекомендации по делению промышленных предприятий по категории опасности вещества. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04. 186-89) [Текст]. – М., 1991. – 683 с.
19. Цыцура, А.А. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов Оренбургской области [Текст] / А.А. Цыцура, В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, Е.А. Старокожева. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 1999. – 168 с.
20. Штокман, Е.А. Очистка воздуха от пыли на предприятиях пищевой промышленности [Текст] / Е.А. Штокман. – М.: Агропромиздат, 1989. – 184 с.
21. Экологические требования к предприятиям транспортно-дорожного комплекса РД 152-001-94 [Текст]. – М.: Минтранс Р 20.05.94.
22. Предельно допустимые концентрации в воздухе вредных веществ в воздухе населенных мест. ГН 2.1.6.1338-03 [Текст].
23. Сан ПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий [Текст].
24. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 – ФЗ с последующими изменениями [Текст] // СЗ РФ. – 2002. – № 2. – С. 133; 2004. – № 36, ст. 3607; 2005. – № 1 (4.1), ст. 25.
25. О производственной безопасности опасных производственных объектов. Федеральный закон № 116 – ФЗ от 21.07.97 [Текст].

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Варианты заданий к работе № 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
V _t	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
p	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1020

Приложение 2

Варианты заданий для расчета категории опасности предприятий

№ варианта	Вещества	Масса выбросов, т/год	Предприятие
1	2	3	4
1	Диоксид азота	3956,3	Предприятие 1
	Диоксид серы	2075,0	
	Оксид углерода	7751,07	
	Пыль летучая (зола)	0,19	
	Пыль известковая	0,88	
	Оксид марганца	0,0015	
2	Диоксид азота	3039,0	Предприятие 2
	Оксид азота	494,0	
	Оксид марганца	0,005	
	Диоксид серы	405,0	
	Оксид углерода	1503,0	
	Мазутная зола (на ванадий)	0,763	
3	Диоксид азота	566,2	Предприятие 3
	Диоксид серы	20642,1	
	Оксид углерода	33427,4	
	Сероводород	173,1	
	Углеводороды (по метану)	841,1	
	Пыль серы	100,1	
4	Диоксид азота	1118,1	Предприятие 4
	Диоксид серы	1744,07	
	Оксид углерода	1002,1	
	Сероводород	7,3	
	Метанол	102,1	
	Сажа	85,3	
5	Диоксид азота	928,1	Предприятие 5
	Сероводород	0,003	
	Оксид углерода	364,2	
	Углеводороды	831,2	
	Пыль металлическая	0,156	
	Оксид углерода	4002,4	
6	Диоксид азота	213,5	Предприятие 6
	Диоксид серы	11,7	
	Оксид углерода	800,2	
	Углеводороды	1238,3	
	Пыль (сод. $\text{Si}_2\text{O}_3 > 70 \%$)	0,3	
	Сероводород	0,02	

Продолжение прил. 2

1	2	3	4
7	Диоксид азота	186,0	Предприятие 7
	Диоксид серы	2,7	
	Оксид углерода	551,7	
	Мазутная зола	0,3	
	Углеводороды	0,01	
	Фтористый водород	0,003	
8	Диоксид азота	10,1	Предприятие 8
	Диоксид серы	259,3	
	Оксид углерода	82,1	
	Сероводород	0,3	
	Углеводороды	6,7	
	Сажа	1,7	
9	Диоксид азота	57,7	Предприятие 9
	Диоксид серы	11,6	
	Оксид углерода	58,6	
	Мазутная зола	0,04	
	Углеводороды	21,7	
	Сажа	0,9	
10	Диоксид азота	31,1	Предприятие 10
	Диоксид серы	0,5	
	Оксид углерода	97,9	
	Пыль (сод. $\text{Si}_2\text{O}_3 > 70 \%$)	122,6	
	Формальдегид	0,21	
	Оксид марганца	0,02	
11	Диоксид азота	21,8	Предприятие 11
	Диоксид серы	0,8	
	Оксид углерода	65,2	
	Пыль (Si_2O_3 от 20 до 70 %)	44,2	
	Пыль древесная	4,7	
	Углеводороды	2,0	
12	Диоксид азота	127,8	Предприятие 12
	Диоксид серы	16,51	
	Оксид углерода	626,8	
	Углеводороды	310,2	
	Пыль	1,03	
	Толуол	1,5	

Продолжение прил. 2

1	2	3	4
13	Диоксид азота	7503,1	Предприятие 13
	Диоксид серы	10630,1	
	Оксид углерода	80038,2	
	Сероводород	157,1	
	Пыль каменноугольная	1166,1	
	Пыль коксовая	558,3	
14	Диоксид азота	58,3	Предприятие 14
	Диоксид серы	547,3	
	Сероводород	5,4	
	Оксид углерода	155,3	
	Пыль	235,0	
	Оксид хрома	131,1	
15	Диоксид азота	12,1	Предприятие 15
	Диоксид серы	0,037	
	Оксид углерода	39,47	
	Пыль	70,55	
	Серная кислота	16,5	
	Углеводороды (по метану)	15809,5	
16	Диоксид азота	247,0	Предприятие 16
	Диоксид серы	3446,3	
	Оксид углерода	617,1	
	Углеводороды (по метану)	18709,1	
	Пыль неорганическая	71,3	
	Сероводород	70,1	
17	Диоксид азота	549,5	Предприятие 17
	Диоксид серы	873,08	
	Оксид углерода	15,3	
	Углеводороды (по метану)	263,4	
	Пыль формовочная	392,2	
	Оксид железа	2,5	
18	Диоксид азота	207,1	Предприятие 18
	Диоксид серы	47,9	
	Ксилол	48,13	
	Бензол	21,77	
	Сварочный аэрозоль	5,3	
	Аэрозоль краски	15,1	

Окончание прил. 2

1	2	3	4
19	Диоксид азота	73,8	Предприятие 19
	Диоксид серы	27,3	
	Оксид углерода	25,1	
	Сероводород	0,3	
	Зола	55,1	
	Оксид ванадия	0,009	
20	Диоксид азота	5,8	Предприятие 20
	Диоксид серы	6,9	
	Оксид углерода	123,3	
	Углеводороды	7,3	
	Сварочный аэрозоль	21,5	
	Пыль неорганическая	1678,4	

Приложение 3

Содержание веществ по створам городов (NH_3 , SO_2 , Пыль, H_2SO_4 , Сажа + 0,01 N_2 ; CO + 0,1 N_2)

ПДКм.р.	Вещества	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,2	NH_3	0,25	0,55	0,42	0,21	0,9	0,88	0,18	0,41	0,62	0,54	0,93	0,32	0,21	0,75	0,28	0,37	0,69	0,56	0,58	0,82
0,5	SO_2	0,44	0,25	2,51	1,37	0,84	0,63	0,74	0,51	1,65	0,48	0,59	1,66	0,98	0,71	0,55	0,61	0,69	0,53	0,51	2,5
0,5	Пыль	2,52	0,71	0,85	0,76	0,57	0,94	0,76	0,82	0,74	1,65	0,69	0,58	0,45	0,73	0,79	0,80	1,80	0,82	2,56	0,54
0,3	H_2SO_4	0,35	0,25	0,42	0,98	0,45	0,14	1,68	0,38	0,72	0,46	0,65	0,59	0,76	0,58	1,29	0,64	0,66	0,47	1,50	0,60
0,15	Сажа	0,01	0,71	0,25	0,38	0,65	0,03	0,37	0,89	0,18	0,23	0,34	0,67	0,18	0,33	0,15	0,39	0,30	0,25	0,28	0,16
5	CO	20,1	16,4	6,5	13,7	8,3	18,5	9,1	27,3	8,4	15,5	6,4	16,8	10,1	7,6	5,0	4,8	15,6	18,8	16,3	5,1

Приложение 4

Варианты заданий для расчета категорий опасности улицы

Название улицы		Интенсивность движения по сезонам, авт./час				Длина улицы, м
		зима	весна	лето	осень	
1	2	3	4	5	6	7
Улица 1	Легковые	500	600	700	750	2000
	Грузовые	350	450	500	400	
	Автобусы	150	150	100	250	
	Всего	1000	1200	1300	1400	
Улица 2	Легковые	550	550	750	800	2500
	Грузовые	370	400	320	340	
	Автобусы	250	330	300	310	
	Всего	1120	1280	1370	1450	
Улица 3	Легковые	900	780	820	1000	3000
	Грузовые	200	360	410	390	
	Автобусы	150	200	230	190	
	Всего	1250	1340	1460	1580	
Улица 4	Легковые	930	1030	840	1010	3500
	Грузовые	330	320	390	410	
	Автобусы	150	190	230	160	
	Всего	1410	1540	1460	1580	
Улица 5	Легковые	1200	1330	1450	1370	4000
	Грузовые	370	370	390	330	
	Автобусы	130	200	160	100	
	Всего	1700	1900	2000	1800	

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
Улица 6	Легковые	830	860	910	940	4500
	Грузовые	100	110	115	120	
	Автобусы	70	80	75	90	
	Всего	1000	1050	1100	1150	
Улица 7	Легковые	945	915	970	905	5000
	Грузовые	130	145	120	115	
	Автобусы	105	90	110	60	
	Всего	1180	1150	1200	1080	
Улица 8	Легковые	1110	1050	1150	1010	5500
	Грузовые	90	120	140	180	
	Автобусы	10	80	60	20	
	Всего	1210	1250	1350	1210	
Улица 9	Легковые	1080	1210	1280	990	6000
	Грузовые	170	130	100	220	
	Автобусы	30	40	20	20	
	Всего	1280	1380	1400	1230	
Улица 10	Легковые	1020	1050	1100	980	6500
	Грузовые	200	110	300	160	
	Автобусы	80	90	100	90	
	Всего	1300	1350	1500	1250	
Улица 11	Легковые	700	720	800	780	7000
	Грузовые	130	140	160	105	
	Автобусы	10	20	40	15	
	Всего	840	880	1000	900	

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
Улица 12	Легковые	705	810	840	690	7500
	Грузовые	150	190	165	240	
	Автобусы	35	50	55	50	
	Всего	890	1050	1060	980	
Улица 13	Легковые	785	815	860	905	8000
	Грузовые	90	200	190	110	
	Автобусы	45	65	70	55	
	Всего	920	1080	1120	1070	
Улица 14	Легковые	950	960	1000	910	8500
	Грузовые	100	105	135	80	
	Автобусы	50	65	85	20	
	Всего	1100	ИЗО	1220	1010	
Улица 15	Легковые	925	955	1105	965	9000
	Грузовые	110	125	130	175	
	Автобусы	55	60	65	60	
	Всего	1090	1140	1300	1200	
Улица 16	Легковые	13	15	18	14	9500
	Грузовые	7	6	5	9	
	Автобусы	2	4	5	3	
	Всего	22	25	28	26	
Улица 17	Легковые	16	20	22	15	10000
	Грузовые	7	9	11	7	
	Автобусы	5	6	5	4	
	Всего	28	35	38	36	

Окончание прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
Улица 18	Легковые	17	31	35	32	10500
	Грузовые	9	8	10	10	
	Автобусы	6	6	3	4	
	Всего	32	45	48	46	
Улица 19	Легковые	30	36	39	33	11000
	Грузовые	9	15	16	18	
	Автобусы	3	4	3	4	
	Всего	42	55	58	56	
Улица 20	Легковые	37	40	42	38	11500
	Грузовые	13	15	18	17	
	Автобусы	5	6	4	5	
	Всего	55	61	64	60	

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	3
Задание по теме 1	3
Задание по теме 2	5
Задание по теме 3	8
Задание по теме 4	12
Задание по теме 5	16
Задание по теме 5	21
Задание по теме 6	24
Задание по теме 7	34
Задание по теме 7	37
Задание по теме 8	39
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	39
ПРИЛОЖЕНИЯ	39

Учебное издание

Поршакова Анна Николаевна
Акимова Мария Сергеевна

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Методические указания к практическим занятиям
по направлению подготовки 21.03.02
«Землеустройство и кадастры»

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 16.12.15. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 3,26. Уч.-изд.л. 3,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 21.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.