

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

для студентов 2 курса специалитета

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» (ЭЖс)

специализации

«Магистральный транспорт» (ДМ),

«Грузовая и коммерческая работа» (ДГ),

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта» (ДП);

2 курса бакалавриата направления подготовки

23.03.01 «Технология транспортных процессов» (ТПб)

по профилю

«Организация перевозок и управление в единой транспортной системе» (ТЕ).

(для заочной формы обучения)

Практическое занятие №3 «Оценка предприятия по уровню загрязнения атмосферы»

Методические указания к практическому занятию №3

В Практическом занятии «Оценка предприятия по уровню загрязнения атмосферы» студент самостоятельно выполняет задание №1 и задание №2 (по варианту). Практическое занятие выполняется после изучения лекции и практикума, и будет рассматриваться на очных практических занятиях, предусмотренных учебным планом. Выполнение практического занятия в Электронном учебном курсе учитывается на зачете.

Перед тем как выполнять задания необходимо освоить теоретический материал и разобраться с приведенными в теории примерами. Текст набирается только в текстовом редакторе WORD, формулы – в редакторе формул, условия переписываются перед каждым заданием, потом решение или ответ на вопросы. Обязателен титульный лист (пример дан в Приложении 3). Выполненную работу предоставляют в распечатанном виде на зачете.

Вариант задания находится по студенческому шифру – номер варианта совпадает с *предпоследней* цифрой учебного шифра студента. Например, студент, имеющий учебный шифр 2022 -ЭЖс - 3525 находит в таблице вариант 2.

Практическое занятие «Оценка предприятия по уровню загрязнения атмосферы»

Эмиссия газовых примесей и аэрозолей на железнодорожном транспорте обусловлена как стационарными (котельные, разгрузочно-погрузочные станции, ремонтные депо), так и передвижными (тепловозы, грузовые и пассажирские поезда) источниками загрязнений.

Исследования показали, что загрязнение атмосферы оказывает неблагоприятное воздействие на человека, фауну и флору, а также на инженерные сооружения и транспортные средства. Размеры воздушного пространства нашей планеты огромны. Может показаться, что сотни миллионов тонн загрязнений, ежегодно поступающих в атмосферу и составляющих менее $1 \cdot 10^{-4}$ массы атмосферы, это чрезвычайно мало. Однако, это совсем не так. Загрязнители в атмосфере накапливаются. Кроме того, они распределены в атмосфере неравномерно. В некоторых районах концентрация вредных веществ уже сейчас является недопустимо высокой. В таблице 1. приведены характеристики воздействия различных загрязнителей атмосферного воздуха на окружающую среду и человека.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные. Предельно-допустимые концентрации различных веществ, загрязняющих водную среду, нормируются по инструкции «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71», в которые включены показатели по 750 вредным веществам.

Содержание вредных веществ в воздухе оценивается количеством вещества в мг, содержащегося в 1 м^3 воздуха. Максимальная концентрация вредного вещества, не оказывающая вредного влияния на здоровье человека, называется предельно-допустимой концентрацией (ПДК).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) - это нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы пищевых продуктов и почвы или кожи работающих, которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

ПДК примесей в воздухе населенных пунктов регламентируется инструкцией МЗ № 3086-84 от 27.08.1984 г., в дополнениях которой установлены основные показатели по определению вредности: допустимая

максимальная разовая ПДК_{макс} и среднесуточная ПДК_{сс} концентрации вредных веществ.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз})– концентрация, которая при ежедневной работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Рабочей зонойназывается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая ПДК_{мр}– концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающую при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека.

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс}) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Таким образом, она рассчитана на все группы населения и на неопределенно долгий период воздействия и, следовательно, является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде.

Максимальная разовая ПДК_{макс} является основной характеристикой опасности данного вещества. Она установлена для предупреждения рефлекторной реакции у человека (ощущение запаха, световой чувствительности, изменения биоэлектрической активности головного мозга и др.) при кратковременном воздействии атмосферных примесей.

Среднесуточная ПДК_{сс} установлена для предупреждения общего токсического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вещества на организм человека. Наибольшая концентрация «С» каждого вредного вещества в приземном слое не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации, т. е. $C < \text{ПДК}_{\text{макс}}$ при экспозиции в течение не более 20 мин, то $C < \text{ПДК}_{\text{сс}}$.

При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих одинаковым токсическим действием, их безразмерная суммарная концентрация должна удовлетворять условиям:

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n < 1,$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ — концентрация вредных веществ, мг/м³ в атмосфере одной и той же местности и $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ — предельно-допустимая концентрация, мг/м³, первого, второго и n-го веществ в воздухе. Примером

одновременного воздействия является воздействие смеси компонентов выхлопных газов ДВС. Смесей диоксидов серы и азота.

В таблице 1 приведены ПДК некоторых наиболее характерных вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух при эксплуатации транспорта в городах и населенных пунктах.

Таблица 1. Предельно-допустимые концентрации основных вредных веществ в атмосферном воздухе

Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		ПДК _{макс}	ПДК _{сс}
NO	2	0,085	0,04
CO	4	5,0	3,0
Пыль	3	0,15 – 0,5	0,06 – 0,15
неорганическая	3	0,15	0,05
Сажа	3	0,5	0,05
SO ₂	2	0,008	–
H ₂ S	4	5,0	1,5
Бензин	1	–	0,1 · 10 ⁻⁵
Бенз(а)пирен	1	–	0,0003
Свинец и его соединения			

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3 02 – 78 для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается предельно допустимый выброс вредных веществ атмосфере (ПДВ).

При этом необходимо учитывать, что эти выбросы в совокупности с другими не должны создавать в приземном слое атмосферы концентрацию, превышающую ПДК.

Приземным слоем называется часть пограничного слоя атмосферы от земной поверхности до высоты несколько десятков метров. В приземном слое скорость ветра, температура и влажность воздуха особенно быстро меняется с высотой. В нем обычно возникают приземные инверсии температуры, туманы, заморозки, скапливаются загрязнения.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

$$ИЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{cp.i}}{ПДК_{cc.i}} \right)^{c_i},$$

где $q_{cp.i}$ – средняя концентрация i -ого вещества;

$ПДК_{cc.i}$ – ПДК_{сс} для i -ого вещества

c_i – безразмерная константа приведения степени вредности i -ого вещества к вредности диоксида серы, зависящая от того, к какому классу опасности принадлежит загрязняющее вещество.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени. ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником), таким образом, чтобы выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создавали приземной концентрации, превышающей их ПДК_{мр}.

ПДВ является максимально допустимым количеством выбросов загрязняющих веществ данным источником в единицу времени. Количество ПДВ определяется как произведение коэффициента разбавления K_p загрязняющего вещества, $\text{м}^3/\text{с}$, на ПДК $\text{мг}/\text{м}^3$ этого вещества, содержащегося в выбрасываемом в атмосферный воздух газе

$$\text{ПДВ} = K_p \cdot \text{ПДК}.$$

Коэффициент разбавления K_p представляет собой объем чистого воздуха, необходимого для разбавления выбрасываемого в секунду загрязняющего вещества до концентрации ПДК, допускаемой санитарными нормами.

ПДВ устанавливают для каждого стационарного источника выбросов загрязняющих веществ, а также для каждой модели транспортных и иных передвижных средств и установок. Для всех других источников выбросов (хранилища, железнодорожные сливно-наливные эстакады и т.п.) и совокупности мелких одиночных источников (вентиляционные выбросы) устанавливают суммарный ПДВ. Если на транспортном предприятии или группе предприятий, расположенных в данном районе, значения ПДВ в настоящее время не могут быть достигнуты, то по согласованию с органами Ростехнадзор России допускается поэтапное плановое их снижение до величин, обеспечивающих соблюдение ПДК. При этом значение временных согласованных выбросов (ВСВ) должно устанавливаться с учетом передового экологического опыта в технологии данного производства. ПДВ и ВСВ пересматривают не реже одного раза в пять лет.

Задание № 1

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

Вариант исходных данных принять по предпоследней цифре учебного шифра (табл. 2).

Таблица 2. Выбор данных по варианту для решения задания №1

Исходные данные к задаче 1	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Фоновая концентрация вредного вещества в приземном воздухе, C_f , мг/м ³	0,02	0,9	0,01	0,01	0,01	1,5	0,01	0,01	0,03	0,6
Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, M , г/с	0,8	7,6	0,4	0,2	0,7	7,5	0,3	0,7	0,9	7,6
Объем газовой смеси, выбрасываемой из трубы, Q , м ³ /с	2,4	2,7	3,1	3,3	2,9	2,4	2,8	2,9	3,2	2,4
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха ΔT , °C	12	14	16	18	13	15	17	12	16	14
Высота трубы H , м	21	23	25	22	24	21	23	24	25	21
Диаметр устья трубы, D , м	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0
Выбрасываемые вредные вещества	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2

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

Указания к решению задачи

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

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

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе (принять по Приложению 1 для региона проживания студента);

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

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

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

2. Для определения C_m необходимо:

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

$$w_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

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

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T};$$
$$v_m = 0,653 \sqrt{\frac{Q \Delta T}{H}};$$

коэффициент m определить в зависимости от f по формуле

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}};$$

коэффициент n определить в зависимости от величины v_m

при $v_m \geq 2$ $n = 1$;

при $0,5 \leq v_m < 2$ $n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13$;

при $v_m < 0,5$ $n = 4,4 v_m$.

3. При неблагоприятных метеорологических условиях максимальная приземная концентрация вредных веществ достигается на расстоянии от источника выброса

$$x_m \approx (5 \div 6) H, \text{ м.}$$

4. Определить фактическую концентрацию вредного вещества у поверхности земли с учетом фоновое загрязнение воздуха.

5. Дать оценку рассчитанного уровня загрязнения воздуха в приземном слое промышленными выбросами путем сравнения со среднесуточной предельно допустимой концентрацией (ПДК) (см. Приложение 2).

6. Напишите вывод в конце расчетов с детальным рассмотрением оценки рассчитанного уровня загрязнения воздуха в приземном слое промышленными выбросами.

Задание № 2

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

Вариант исходных данных принять по предпоследней цифре учебного шифра (табл.3).

Таблица 3. Выбор данных по варианту для решения задания №2

Исходные данные к задаче 2	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Фоновая концентрация сажи в приземном воздухе C_{ϕ} , мг/м ³	0,01	0,008	0,006	0,004	0,01	0,008	0,006	0,005	0,01	0,007
Масса сажи, выбрасываемой в атмосферу, M , г/с	2,5	1,8	1,2	2,6	1,4	0,9	1,3	2,7	1,1	1,5
Объем газовойдушной смеси, выбрасываемой из трубы, Q , м ³ /с	5,2	5,4	5,6	5,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,2	5,4
Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха ΔT , °С	42	44	50	58	61	53	49	52	54	48
Высота трубы H , м	26	18	24	17	15	23	14	27	28	26
Диаметр устья трубы D , м	0,9	1,0	0,8	1,1	0,9	0,8	0,7	1,0	1,1	0,9

Указания к решению задачи

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

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

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

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

A, m, n, η - параметры, определяемые аналогично заданию №1.

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

$$C_{\text{мг}} = \frac{\text{ПДВ}}{Q}$$

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

5. Сделайте детальные выводы о возможности работы котельной.

Приложение 1

Таблица 4. Значения коэффициента A

Наименование района	Значение A
Центр Европейской территории России: Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140
Север и Северо-Запад Европейской территории России, Среднее Поволжье, Урал (территория севернее 52° с.ш.)	160
Европейская территория России и Урала от 50° до 52° с.ш. (Саратовская, Воронежская, Курская, Белгородская, Оренбургская области)	180
Европейская территория России: районы южнее 50° с.ш. (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края, Калмыкия), Нижнее Поволжье, Кавказ, Азиатская территория России, Дальний Восток, Сибирь	200

Приложение 2

Таблица 5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		Максимально разовая	среднесуточная
Азота диоксид NO ₂	2	0.085	0.04
Азота оксид NO	3	0.6	0.06
Пыль неорганическая	3	0.5	0.15
Сажа	3	0.15	0.05
Серы диоксид SO ₂	3	0.5	0.05
Углерода оксид CO	4	5.0	3.0

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(ФГАОУ ВО РУТ(МИИТ), РУТ(МИИТ))**

Российская открытая академия транспорта

Химия и инженерная экология

Практическое занятие №3

Выполнил: студент 2 курса,
группа ЗДМ-2911,
шифр 2110-пЭЖс-1238

Иванов Илья Петрович

Проверил: доц. М.А. (Ф.И.О. вашего преподавателя)

Москва 202_