

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы

по дисциплине «МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»
для студентов специальности
20.05.01 «Пожарная безопасность»
всех форм обучения

Кемерово 2016

Составители:
Ю.И. Иванов, к.т.н., проф.
Т.А. Туманова, к.т.н., ст.препод.

*Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры безопасности жизнедеятельности
протокол № 4 от 21 декабря 2015 г.*

*Рекомендовано методической комиссией
механического факультета
протокол № 1 от 22 января 2016 г.*

В методических указаниях отражена методология выполнения курсовой работы по дисциплине «Мониторинг среды обитания» на примере «Расчет концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» и требования по ее выполнению.

*Охраняется законом об авторском праве,
не может быть использовано любым
незаконным способом
без письменного договора*

© КемТИПП, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Принятые сокращения и обозначения	6
2. Термины и определения	6
3. Цели и задачи курсовой работы	9
4. Содержание задания и выбор варианта	9
4.1. Содержание задания	10
4.2. Выбор варианта	11
5. Требования к оформлению и защите курсовой работы	11
6. Методика расчета	15
6.1. Расчет фоновой концентрации загрязняющих веществ в населенном пункте	15
6.2. Расчет загрязнения атмосферы промышленными выбросами от одиночного источника	16
6.3. Расчет площади загрязнения, вероятного количества пострадавших и риска от отравления	27
7. Пример выполнения курсовой работы	31
8. Вопросы для самопроверки и защиты курсовой работы	38
ПРИЛОЖЕНИЯ	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	44

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении истории цивилизации практически все формы инженерной деятельности и все технические достижения человеком имели в той или иной степени антиприродную, «природопокорительную» направленность. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, в водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровень загрязнения превышает допустимые санитарные нормы.

Главную опасность для человека представляет загрязнение атмосферы, которое зависит от метеорологических условий, определяющих перенос и рассеивание выбросов (примесей) в воздухе. Органы дыхания человека оказались наиболее чувствительны к загрязнению воздуха оксидами углерода, азота, серы, озоном, углеводородами, взвешенными частицами (аэрозолями), обогащенными тяжелыми металлами, полициклическими органическими соединениями.

В списке наиболее опасных для человека веществ, по данным ООН, значатся: сернистый газ, оксид и диоксид углерода, оксид азота, углеводороды, хлор-органические соединения, микотоксины, нитраты, нитриты, нитрозамины, аммиак, ртуть, свинец, кадмий. Чтобы снизить риски заболеваний и смерти населения необходимо располагать информацией об источниках, причинах и последствиях загрязнения, осуществлять контроль и мониторинг воздушной среды.

Мониторинг (от англ. monitoring, от лат. monitor – напоминающий, надзирающий) атмосферного воздуха – эта система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также их оценка и прогноз.

В настоящее время существует два основных метода оценки состояния атмосферы. Первый метод основан на инвентаризации выбросов загрязняющих источников и расчета рассеивания ЗВ в приземном слое атмосферы [1]. Этот метод получил название экстраполяции. Второй метод основан на результатах непосредственных измерений уровня ЗВ в пунктах экологиче-

ского контроля, расположенных на территории населенного пункта по специальной методике. Оценка уровня загрязнений атмосферного воздуха и построение полей рассеивания ЗВ производится методом интерполяции [2]. Второй метод имеет существенные преимущества перед первым, заключающимися в том, что он основан на прямых измерениях уровня ЗВ приземного слоя атмосферы с погрешностью измеряемых приборов, а методы экстраполяции приводят к существенным отличиям реального состояния атмосферы на данный период времени от расчетных.

Основой для принятия тех или иных решений при планировании мероприятий является оценка фактического состояния ОС с определенными критериями, в качестве которых используют санитарно-гигиенические (ПДК, ПДВ) и экологические (нагрузка на единицу площади населенного пункта, нагрузка на одного человека и т.п.) критерии (рис.1).

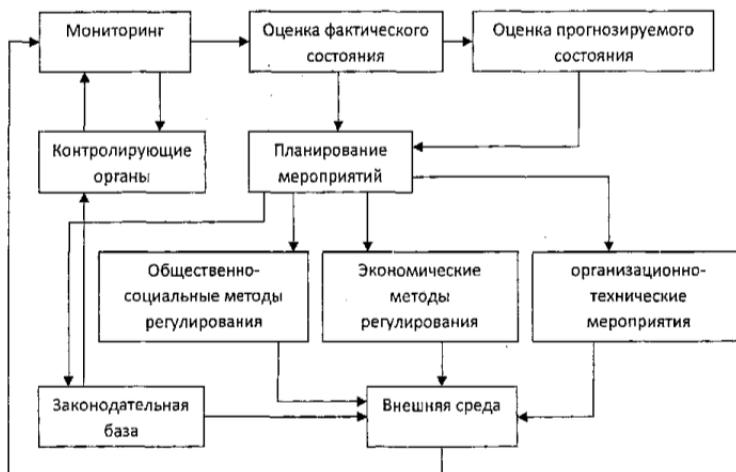


Рис. 1. Структурная схема управления и регулирования качества внешней среды

Анализ рис.1 показывает, что мониторинг (социально-гигиенический) представляет собой систему наблюдений за со-

стоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов внешней среды.

1. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

ОС – окружающая среда

ЗВ – загрязняющее вещество

ЭБ – экологическая безопасность

ЧС – чрезвычайная ситуация

qi – масса выброса i-го ЗВ в атмосферу всеми источниками в населенном пункте, т/год

ПДКссi – предельно допустимая среднесуточная концентрация i-го ЗВ в атмосферном воздухе, мг/м³

ЛКi – летальная концентрация i-го ЗВ в атмосферном воздухе, мг/м³

ЛДи – летальная доза i-го ЗВ, выражается в мг на 1 кг массы тела, мг/кг

СЗЗ – санитарно-защитная зона

ВСВ – временно согласованные выбросы вредных веществ в атмосферу

Сфи – фоновая концентрация i-го ЗВ в атмосферном воздухе, мг/м³

Z – число жителей населенного пункта, чел./год

П – плотность распределения людей вблизи промышленного объекта, чел./га

Z_{зз}^{ЭКО} – число людей, оказавшихся в зоне загрязнения, чел./год

R_{забол.} – риск заболеваний людей в результате выбросов i-го вещества в течение года

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Благоприятная ОС – среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов [3].

Благоприятные условия жизнедеятельности человека – состояние среды обитания, при котором отсутствует вредное воздействие ее факторов на человека (безвредные условия) и имеются возможности для восстановления нарушенных функций организма человека [4].

Вредное вещество – химическое соединение, вызывающее при контакте с организмом человека отклонения в состоянии здоровья, заболевания в процессе работы и в отдаленные сроки [5].

Вред ОС – негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов [3].

Гигиенический норматив – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека [4].

Загрязнение ОС – поступление вещества и (или) энергии, свойства или количество которых оказывают негативное воздействие на среду [3].

Загрязняющее вещество – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду [3].

Качество ОС – состояние среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью [3].

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – определение характера, степени и масштаба воздействий объекта хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и последствий этих воздействий [6].

ПДКсс – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, которая не оказывает на компоненты экосистемы и человека вредного прямого или косвенного воздействия неопределенно долгое время (в течение всей жизни), мг/м³ [7].

Пострадавшие, погибшие – люди, которые погибли или получили ущерб здоровью в результате чрезвычайной ситуации.

Риск для здоровья – вероятность развития угрозы, обусловленной воздействием факторов среды обитания, для жизни или здоровья человека, будущих поколений.

Риск индивидуальный – оценка вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонируемого индивидуума.

Токсичное вещество – химическое соединение, вызывающее нарушения процессов обмена.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [3].

Экологический риск – вероятность наступления события, которое имеет неблагоприятные последствия для природной среды и вызванные негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [3].

Экологические нормативы:

- санитарно-гигиенические (медицинские), которые характеризуют уровень угроз здоровью человека (ПДК, ПДУ, ЛК, ЛД, размер СЗЗ);

- технологические, которые устанавливают лимиты воздействия на ОС и должны обеспечить безопасность жизнедеятельности при штатной деятельности техносферных объектов (ПДС, ПДВ, ВСВ, ВСС).

ВСВ, ВСС – временно согласованные массы (или объемы) вредных веществ, которые можно выбросить (сбросить) в течение определенного промежутка времени (как правило, за 1 год).

Нормативы ПДВ (предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу) и ПДС (предельно допустимых сбросов сточных вод в водный объект) – предельно допустимые массы (или объемы) вредных веществ, которые можно выбросить (сбросить) в течение определенного промежутка времени (как правило, за 1 год) в ОС при условии, что их поступление не будет превышать ПДК. Величины ПДС и ПДВ рассчитывают на основании значений ПДК для каждого отдельного объекта.

3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Мониторинг среды обитания» является одним из важных этапов в освоении курса. При работе над курсовой работой студенты должны применять теоретические знания к решению конкретных задач по мониторингу (оценке) состояния воздушной среды технологическими выбросами.

Целью курсовой работы является:

- оценка экологической обстановки в районе расположения предприятия при выбросах загрязняющих веществ;
- определение степени риска загрязнения воздуха для населения, которое может оказаться в зоне опасных концентраций;
- оценить состояние здоровья населения по кратности превышения фактического состояния ОС и предложить меры по смягчению угроз.

Задачами курсовой работы являются: установление причинно-следственных связей между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, состоянием ОС и здоровьем населения, используя для этого методику расчета показателей загрязнения атмосферы (ОНД-86), риска, экологические (санитарно-гигиенические) нормативы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ И ВЫБОР ВАРИАНТА

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения, действующие предприятия должны соблюдать нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. В отдельных случаях эти нормы могут быть нарушены: изменение технологий, ремонтные работы, реконструкции, пожары, аварий и др. Например, ЧС могут возникать при эксплуатации энергоустановок, при сжигании в факеле сырьевого газа из емкостей и оборудования, выбросе кислого газа, выбросе углеводородов в результате закупоривания газотурбинного оборудования, остановки технологического оборудования.

Согласно российскому законодательству в зоне действия источников вредных и опасных выбросов и на территории населенного пункта, где они расположены, предусмотрены:

- мониторинг состояния окружающей среды, включающий контроль качества атмосферного воздуха;
- расчетная процедура ОВОС выбросов загрязняющих веществ при проектировании, эксплуатации, реконструкции предприятий и в других случаях.

В работе предложено выполнить расчет ОВОС выбросов ЗВ при отклонении от регламента работы технологического оборудования предприятия, чтобы определить, представляет ли установленная ситуация угрозу здоровью работающих и населения. Условия выбросов указаны в задании по вариантам.

4.1. Содержание задания

1. Рассчитать значение фоновой концентрации загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенного пункта.

2. Рассчитать значение приземной концентрации выбрасываемого загрязняющего вещества по оси факела на различных расстояниях от источника.

3. Определить размер зоны загрязнения, ограниченной по внешней и внутренней границе значением ПДК загрязнителя.

4. Определить число людей, которые могут находиться в границах опасной зоны с учетом фоновой концентрации воздуха.

5. Оценить расчетом риск здоровью и жизни людей, проживающих и/или работающих на территории, где атмосферный воздух загрязнен вредными веществами, присутствующими в технологических выбросах:

- потенциального числа заболевших (пострадавших) и/или умерших;
- риска заболеть и/или умереть.

Для оценки указанных критериев потребуется определить ряд дополнительных параметров по предложенным методикам расчета.

4.2. Выбор варианта

Студенты очной формы обучения выполняют курсовую работу в соответствии с учебным планом по индивидуальному заданию.

При заочной форме обучения номер выбранного варианта задания должен соответствовать предпоследней и последней цифрам номера зачетной книжки обучаемого (табл. 4.1, 4.2).

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа сдается в печатном виде, выполняется на бумаге формата А4, объем работы не должен превышать 25–30 страниц, шрифт – Times New Roman (14 кегль), интервал – 1,5. Студент может использовать шрифты разной гарнитуры (полужирный, курсив), подчеркивание и т.п. для акцентирования внимания на определенных терминах, важных моментах, специфических особенностях, содержащихся в работе. Все страницы работы (за исключением титульного листа) должны быть пронумерованы. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не ставится. Титульный лист курсовой работы оформляется по образцу, приведенному в приложении 1. Нумерация страниц проставляется по центру внизу страницы. Текст работы печатается с соблюдением следующих размеров полей: верхнее – 25 мм, нижнее – 25 мм, левое – 30 мм, правое – 15 мм. Заголовки основных структурных частей в самой работе печатаются прописными буквами с выравниванием по центру строки, а внутри разделов – строчными. Точка в конце заголовка не ставится. Каждая основная структурная часть курсовой работы начинается с нового листа. Нумерация основных структурных частей, таблиц, графиков, рисунков, формул, приложений проводится арабскими цифрами. Иллюстрации и таблицы размещаются на странице, где впервые упоминаются или отдельно на следующей странице.

Таблица 4.1

Исходные параметры, характеризующие экологическую обстановку
в населенном пункте

Параметр	Ед. изм	Номер варианта задания по предпоследней цифре зачетной книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Обозначение		Численное значение заданного параметра									
Масса выброса i-го ЗВ всеми источниками в населенном пункте — q	тыс. т/год	10	20	3	4	5	6	70	8	9	1
Протяженность населенного пункта в направлении господствующих ветров — l	км	12	13	33	14	15	16	17	18	19	11
Число жителей населенного пункта — Z	тыс. чел./год	100	200	300	450	500	600	700	800	90	100
Плотность распределения людей вблизи объекта — П	чел./га	60	45	40	70	50	72	80	50	61	55

Таблица 4.2

Исходные параметры, характеризующие технологические выбросы и экологическую обстановку в населенном пункте

№ п/п	Параметр	Ед. изм	Номер варианта задания по последней цифре зачетной книжки										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Обозначение			Численное значение заданного параметра										
1	Высота трубы - Н	м	11	20	30	40	50	60	60	57	58	59	10
2	Диаметр устья трубы – D	м	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	
3	Температура окр. воздуха Тв	°С	21	22	23	24	25	26	27	28	29	10	
4	Температура газовой смеси – Тг	°С	111	122	133	144	155	166	177	188	199	100	
5	Линейная скорость выхода газовой смеси ω ₀	м/с	7,1	7,2	7,3	7,4	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	5,0	
6	Коэффициент А	-	180	250	200	250	140	250	160	140	200	180	
7	Коэффициент F	-	1	3	2	3	2	1	3	3	3	1	
8	Коэффициент η	-	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	
9	Вид и масса i-го ЗВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, – М _i	вещество	NO ₂	CO	Взвеш в-ва	HCHO	SO ₂	NO ₂	H ₂ CH ₃ COOH	H ₂ S	Cl ₂	C ₈ H ₈	
		г/с	1,1	40	23	1,4	150	60	80	9,0	29	0,1	

Иллюстрации обозначаются рис. и нумеруются последовательно в пределах раздела (главы), подраздела, номер и название помещаются под иллюстрацией. Если в работе используется одна иллюстрация, то она не нумеруется, и слово рис. не пишется. В тексте и таблицах не допускаются произвольные сокращения слов и единиц измерения, кроме общепринятых условных сокращений.

Оформление таблиц осуществляется следующим образом:

– в правом верхнем углу помещается слово «таблица» с указанием ее номера. Таблицы нумеруют последовательно в пределах раздела (главы), подраздела, например, «Таблица 1.2» означает вторую таблицу первой главы;

– сквозная нумерация в пределах всей работы.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «таблица» в тексте пишут полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно – если номер имеет, например: «... в табл. 1.2» или (табл. 1.2). В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенно слово «смотри», например: «см. табл. 1.3».

При использовании авторских материалов оформляются ссылки одним из двух способов:

– в квадратных скобках порядковым номером по списку приведенной литературы, например, [7];

– в круглых скобках, где указывается фамилия автора, год издания, например, (Иванов, 2003); при отсутствии автора указывается начало названия книги, а затем после многоточия год издания, например, (Государственный доклад..., 2003);

– если используются интернет-источники, указывается электронный адрес главной страницы сайта.

Приложения располагаются в порядке появления ссылок в тексте, нумеруются последовательно. В правом верхнем углу указывается слово «Приложение» прописными буквами и его номер. Каждое приложение начинается с нового листа. Если приложение содержит структурные элементы (таблицы, рисунки, схемы, формулы), тогда последние нумеруются в определенном порядке в пределах каждого приложения.

Подготовленная и оформленная в соответствии с предъявляемыми требованиями курсовая работа подписывается студен-

том в конце записки, помещается в папку- скоросшиватель с прозрачным верхом и представляется в установленные сроки на кафедру.

Студент обязан представить курсовую работу на кафедру не позднее, чем за 10 дней до защиты.

Защищая работу, студент выступает с сообщением о ее содержании. После сообщения преподаватель задает вопросы, ответы должны быть краткими и по существу вопроса. При оценке курсовой работы учитывается качество выполненной работы, выступление ее автора при защите, ответы на вопросы и критические замечания. Студенты, вовремя не представившие завершенную курсовую работу на кафедру, к защите не допускаются. Студенты, не защитившие курсовую работу в срок, считаются имеющими академическую задолженность.

6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

6.1. Расчет фоновой концентрации загрязняющих веществ в населенном пункте

Приближенное значение средней концентрации загрязняющего вещества (фоновой концентрации) в атмосферном воздухе, рассчитывается по формуле [9]:

$$C_{\text{фи}} = \frac{q}{0,45 \cdot U_B \cdot l^{1,68}}, \quad (6.1)$$

где q – масса выброса над городом определенного загрязняющего вещества (мг/с); U_B – средняя за рассматриваемый период скорость ветра (м/с); l – протяженность (диаметр) территории населенного пункта (м).

При использовании формулы 6.1 массу выброса i -го ЗВ (q), указанную в задании в тыс. т/год, необходимо выразить в мг/с и протяженность территории населенного пункта, указанную в задании в км, выразить в метрах.

Скорость ветра U_B принимается равной u_m . Значение u_m рассчитывают по формулам 6.16а-6.16в, 6.17а-6.17в.

6.2. Расчет загрязнения атмосферы промышленными выбросами от одиночного источника

В настоящее время не все технологические выбросы подвергаются очистке от ЗВ в полной мере, так как для некоторых из них не разработаны эффективные методы очистки, а другие требуют больших затрат. В таких случаях выбросы ЗВ осуществляются через дымовые трубы. После выбросов дальнейшее распространение ЗВ в атмосфере происходит путем рассеивания их в результате ветрового переноса и турбулентной диффузии. Ветровой перенос приводит к тому, что при непрерывном истечении ЗВ в атмосферу образуется струя выброса. При слабом ветре или при его полном отсутствии (штиле) диффузионный перенос может превалировать над ветровым переносом и тогда вокруг источника непрерывных выбросов образуется штилевое облако. Турбулентность заключается в том, что при истечении ЗВ образуются многочисленные вихри различных размеров, вследствие чего их характеристики (скорость, температура, давление, плотность) испытывают хаотические колебания (флуктуации) и поэтому изменяются в пространстве от точки к точке и во времени не регулярно. Источниками возникновения вихрей являются силы трения при взаимодействии ветрового потока с землей и вертикальных потоков воздуха над нагретой поверхностью. Вертикальные размеры вихрей в атмосфере ограничены и составляют порядка несколько сотен метров. По горизонтали же они могут достигать нескольких сотен километров. На распространение вредностей, выбрасываемых в атмосферу, влияет направление и скорость ветра, а также температурная стратификация атмосферы (распределение температур).

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным (измеренным) значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра. Распределение концентрации загрязняющих веществ в атмосфере под струей точечного источника показано на рис. 6.1–6.3.

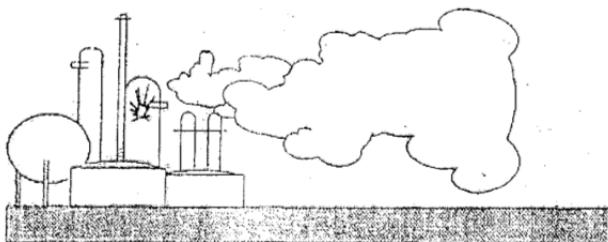


Рис. 6.1. Непрерывное рассеивание в воздухе струи ЗВ, одинаковых с воздухом по средней плотности. На некотором расстоянии загрязняющее вещество оказывается на поверхности земли [10]

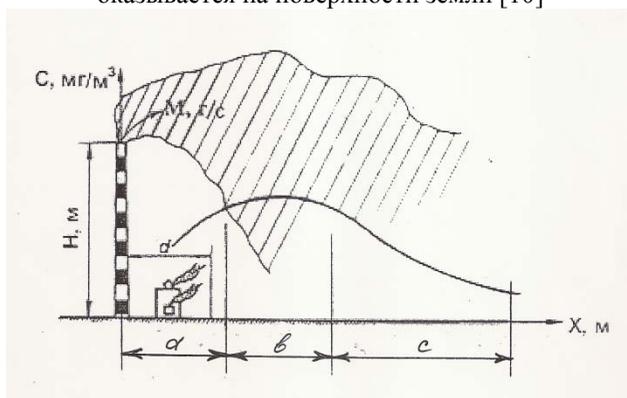


Рис. 6.2. Распределение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы под струей от точечного источника [11]:
 а – зона переброса струи; в – зона задымления;
 с – зона постепенного снижения уровня загрязнения;
 d – зона загрязнения неорганизованными выбросами

Зона задымления (в) является наиболее опасной и не должна попадать на территорию селитебной застройки. Размеры зоны задымления в зависимости от метеоусловий находятся в пределах 10–50 высот дымовой трубы.

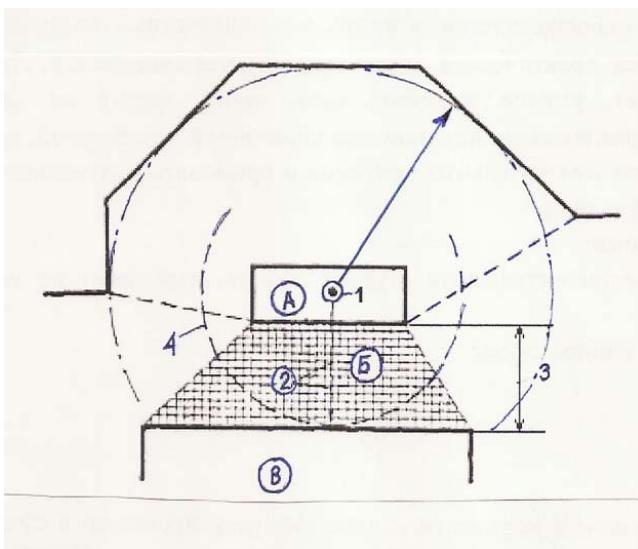


Рис. 6.3. Положение различных зон загрязнения [12, с изменениями]: А- территория предприятия; Б-СЗЗ, В – селитебная территория; 1 – источник производственных выбросов в атмосферу; 2 – разрыв от источника производственных выбросов до границы селитебной территории¹; 3 – ширина СЗЗ предприятия; 4 – граница зоны загрязнения, в пределах которой приземная концентрация вредных веществ превышает ПДК для населенных пунктов

Для определения опасного загрязнения атмосферы существует несколько методик расчета концентрации загрязняющих веществ. В России чаще используется методика ОНД-86, разработанная коллективом «Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова» [1]

Все источники выбросов классифицированы по высоте трубы как: а) высокие, $H > 50$ м, б) средней высоты, $H = 10-50$ м; в) низкие, $H = 2-10$ м; г) наземные, $H \leq 2$ м.

¹ Разрыв от источника выбросов в атмосферу - расстояние от источника выбросов, на котором достигается уровень допустимой концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы

Методика предназначена: для определения в атмосферном воздухе количества ЗВ, содержащихся в выбросах предприятий, для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли и их вертикального распределения.

Рассчитанная концентрация характеризует состояние воздуха при установившемся режиме распространения вредных веществ.

Погрешность методики составляет около 10–20 %, что, как правило, ниже фактически измеряемых концентраций [13]. **Методика неприменима для аварийных выбросов и пожаров [14].**

Степень загрязнения воздуха определяется рассчитанной величиной разовой концентрации ЗВ (в 20–30-минутном интервале осреднения) на расстоянии не более 100 км от источника при неблагоприятных метеорологических условиях (вертикальной турбулентности и опасной скорости ветра).

В курсовой работе «Методика ОНД-86» используется частично:

- для расчета максимального значения приземной концентрации i -го ЗВ;
- для расчета расстояния, на котором значение концентрации соответствует максимальному;
- для расчета расстояний, на которых значения концентраций равны ПДКсс и расположены в обе стороны от рассчитанной величины максимальной концентрации (рис. 6.4).

6.2.1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m ($\text{мг}/\text{м}^3$) при выбросе нагретой смеси ЗВ с воздухом из одиночного точечного источника (труба с круглым устьем) при неблагоприятных метеорологических условиях (штиль, слабая скорость ветра, неустойчивая стратификация атмосферы, инверсия) на расстоянии x_m (м) от источника определяется по формуле:

$$C_M = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (6.2)$$

где A – коэффициент, определяющий рассеивающие свойства атмосферы в зависимости от температурной стратификации и климатических условий местности (см. табл. 6.1) [13]; M_i – масса i -го ЗВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (г/с); F – безразмерный коэффициент, который учитывает скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе и зависящий от отношения скорости витания частиц к скорости ветра (V_g/U_B), в котором скорость витания частицы определяется законом Стокса:

$$V_g = \frac{g \cdot d^2 \cdot \rho}{18\mu}, \quad (6.3)$$

где g – ускорение свободного падения (9,81 м/с²); d – диаметр частиц (м); ρ – плотность (кг/м³); μ – динамическая вязкость (Н·с/м²); m и n – коэффициенты, фиксирующие условия подъема газовой смеси над устьем источника выброса; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности ($\eta = 1$ в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км); H – высота источника выброса над уровнем земли (м); ΔT – разность между температурой выбрасываемой нагретой газовой смеси T_r и температурой наружного атмосферного воздуха T_b наиболее жаркого месяца года (°С) (СП 131.13330.2012)); V_1 – объемная скорость выброса смеси ЗВ с воздухом (м³/с), определяемая по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0, \quad (6.4)$$

где D – диаметр устья источника выброса (м); ω_0 – средняя линейная скорость выхода смеси ЗВ с воздухом из источника (м/с).



Рис. 6.4. Изменение приземной концентрации ЗВ в зависимости от расстояния от источника выброса [15, с изменениями].

6.2.2. Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) равным 1, для газообразных ЗВ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю);

б) равным 2, для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п. 6.2.2а) при очистке выбросов не менее от 75 до 90 %;

в) равным 3, при очистке менее 75 % и в отсутствие очистки;

г) вне зависимости от эффективности очистки F принимается равным 3, если содержание водяного пара в выбросах сразу после выхода в атмосферу достаточно для интенсивной конденсации, а также при коагуляции влажных пылевых частиц.

Таблица 6.1

Коэффициент, определяющий рассеивающие свойства атмосферы

Географический район	А
Южнее 40° с.ш. Бурятия и Читинская обл.	250
Южнее 50° с.ш. Европейская часть РФ	200
Между 50° и 52° с.ш.	180
Севернее 52° с.ш.	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская обл.	140

6.2.3. Значения m и n выбираются после расчета вспомогательных величин f , v_M , v'_M и f_e , учитывающих конструктивные особенности источника (D , H):

$$f = 1000 \frac{\omega_0 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (6.5)$$

$$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}, \quad (6.6)$$

$$v'_M = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}, \quad (6.7)$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_M)^3. \quad (6.8)$$

6.2.4. Коэффициент m для горячего источника определяется в зависимости от параметра f по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100, \quad (6.9a)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100 \quad (6.9б)$$

Для $f_e < f < 100$ значения m вычисляют при $f = f_e$.

6.2.5. Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_M по формулам:

$$n = 1 \quad \text{при } v_M \geq 2; \quad (6.10a)$$

$$n = 0,532v_M^2 - 2,13v_M + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (6.10б)$$

$$n = 4,4v_M \quad \text{при } v_M < 0,5. \quad (6.10в)$$

При $f \geq 100$ (или $\Delta T \sim 0$) и $v_M \geq 5,0$ (холодные выбросы) коэффициент n вычисляется по формулам (6.10а–6.10в), но при расчете C_M вместо формулы (6.2) используется формула:

$$C_M = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} K, \quad (6.11)$$

где $K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1\sqrt{\omega_0 \cdot V_1}}$.

6.2.6. Максимальное значение приземной концентрации загрязняющего вещества – C_M ($\text{мг}/\text{м}^3$) (формула 6.2) рассчитывается после вычисления указанных выше параметров (по формулам 6.4–6.10).

Примечания: 1. Формулой не пользуются если $1/\Delta T \rightarrow \infty$, так как она применима только для «горячих» выбросов; 2. Для случаев предельно малых опасных скоростей ветра (при $f < 100$ и $v_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $v'_M \leq 5,0$) расчет C_M (вместо формулы 6.2) производится аналогично по формуле:

$$C_M = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (6.12)$$

где $m' = 2,86t$ при $f < 100$, $v_M < 5,0$; $m' = 0,9$ при $f \geq 100$, $v'_M < 5,0$

6.2.7. Расстояние x_M (м) от источника выбросов, где при неблагоприятных метеорологических условиях значение при-

земной концентрация максимально – C_m , определяется по формуле (после расчета вспомогательного параметра d):

$$X_M = \frac{5-F}{4} d \cdot H, \quad (6.13)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ рассчитывается по формулам:

$$d = 2,48 \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right), \text{ при } v_M < 5,0; \quad (6.14a)$$

$$d = 4,95 v_M \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } 0,5 < v_M < 2; \quad (6.14b)$$

$$d = 7 \sqrt{v_M} \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } v_M > 2. \quad (6.14b)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \sim 0$ значение d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v'_M \leq 0,5; \quad (6.15a)$$

$$d = 11,4 v'_M \text{ при } 0,5 < v'_M \leq 2; \quad (6.15b)$$

$$d = 16 \sqrt{v'_M} \text{ при } v'_M > 2 \quad (6.15b)$$

6.2.8. Координаты и размеры опасной зоны зависят от условий рассеивания. Наихудшие условия рассеивания (самый неблагоприятный режим распространения ЗВ) устанавливаются при так называемой опасной скорости ветра.

Значение опасной скорости u_m (м/с), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ см на высоте 10 м от уровня земли (в случае $f < 100$), определяется по формулам:

$$u_m = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (6.16a)$$

$$u_m = v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (6.16б)$$

$$u_m = v_M (1 + 0,12\sqrt{f}) \text{ при } v_M > 2. \quad (6.16в)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение u_i вычисляется по формулам:

$$u_m = 0,5 \text{ при } v'_M \leq 0,5; \quad (6.17а)$$

$$u_m = v'_M \text{ при } 0,5 < v'_M \leq 2; \quad (6.17б)$$

$$u_m = 2,2v'_M \text{ при } v'_M > 2 \quad (6.17в)$$

Примечание. При скоростях ветра, отличных от опасной, уровень максимальных концентраций снижается, а их координаты смещаются. Эти расчеты можно провести, руководствуясь ОНД-86 [1].

6.2.9. Так как при выбросе ЗВ их концентрация на уровне земли вначале растет, а затем уменьшается, то можно найти расстояния, при которых она соответствует ПДКсс (рис. 6.2 и рис. 6.4). В границах зоны, с обеих сторон ограниченной значением ПДКсс, и где концентрация достигает максимума, пребывание людей представляет опасность. Таким образом, последующая задача состоит в том, чтобы найти расстояния, на которых концентрация ЗВ соответствует C_m и ПДКсс.

Примечание. В случае нештатных ситуаций границы загрязненной зоны могут быть ограничены 10 ПДК, 50 ПДК и ЛК.

Приземная концентрация вредных веществ C_k ($мг/м^3$) в атмосфере по оси струи выброса на различных расстояниях X (м) от источника выброса при опасной скорости ветра u_m определяется по формуле:

$$C_k = S_k \cdot C_m, \quad (6.18)$$

где S_k – безразмерный коэффициент, определяется в зависимости от отношения коэффициента F и X/X_m по приведенным ниже формулам, изменяя каждый раз значения X в обе стороны от X_m на величину ΔX .

Примечания:

1) при расчете концентрации ЗВ по мере приближения к источнику выброса принимается шаг стандартного приращения $\Delta X = 50$ м. В случае если расстояние до источника выброса меньше 50 м, а концентрация не достигла значения ПДКсс, необходимо определить концентрацию ЗВ в точке, соответствующей половине этого расстояния (округленной до целого предыдущего значения);

2) при расчете концентрации ЗВ по мере удаления от точки X_m необходимо принимать расстояние x таким образом, чтобы каждая последующая точка располагалась от предыдущей на расстоянии $X_k = 50k$, где 50 – величина стандартного приращения ($\Delta X = 50$ м); k – коэффициент приращения ($k = 1, 2, 3, \dots$).

$$S_k = 3 \left(x / x_m \right)^4 - 8 \left(x / x_m \right)^3 + 6 \left(x / x_m \right)^2$$

при $x / x_m \leq 1$; (6.19а)

$$S_k = \frac{1,13}{0,13 \left(x / x_m \right)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x / x_m \leq 8; \quad (6.19б)$$

$$S_k = \frac{x / x_m}{3,58 \left(x / x_m \right)^2 - 35,2 \left(x / x_m \right) + 120}$$

при $F \leq 1,5$ и $x / x_m > 8$; (6.19в)

$$S_k = \frac{1}{0,1 \left(x / x_m \right)^2 - 2,47 \left(x / x_m \right) - 17,8}$$

при $F > 1,5$ и $x / x_i > 8$. (6.19г)

Для низких и наземных источников (высотой H не более 10 м) при значениях $x/x_m < 1$ величину S_k в формуле $C_k = S_k \cdot C_i$, заменяют на величину S_k^H определяемую в зависимости от x/x_m и H по формуле

$$S_k^H = 0,125 (10 - H) + 0,125 (H - 2) \cdot S_k, \quad (6.19д)$$

При выполнении этих операций необходимо внести все вычисленные параметры в табл. 6.2 и затем построить график «Распределение концентрации C_k загрязняющих веществ в атмосфере в зависимости от расстояния x_k под струей точечного источника» (полученная кривая будет подобна пунктирной кривой, показанной на рис. 6.4).

6.3. Расчет площади загрязнения, вероятного количества пострадавших и риска от отравления

Согласно методике ОНД-86 [1] площадь зоны загрязнения имеет форму эллипса. Большая ось эллипса соответствует длине отрезка по оси x , между значениями $x_{k(ПДКсс)внутр.}$ и $x_{k(ПДКсс)внеш.}^*$. Малая ось эллипса соответствует длине отрезка по оси y , так называемая ширина зоны загрязнения. Для нахождения площади опасного загрязнения, необходимо определить значения приземной концентрации ЗВ по перпендикуляру к оси факела выброса на различных расстояниях y_k (м) при опасной скорости ветра.

По графику необходимо определить расстояния, при которых значения концентраций ЗВ равны ПДКсс (мг/м^3) на внутренней и на внешней границах зоны загрязнения. Необходимо внести эти показатели в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты расчета распределения концентрации ЗВ
в зависимости от расстояния до источника выбросов

x_k , м	x_k / x_m	Номер расчетной формулы для S_k	S_k	$C_k = S_k \cdot C_m$ мг/м ³
$x_m =$	-	-	-	$C_m =$
$x_1 = x_m - 50 =$		6.19 а		$C_1 =$
$x_2 = x_m - 100 =$		6.19 а		$C_2 =$
$x_3 = x_m - 150 =$		6.19 а		$C_3 =$
$x_{4,5,6...} =$		6.19 а		$C_{4,5,6...} =$
$x_{k(ПДК_{cc})\text{внутр.}} =$				$ПДК_{cc} =$
$x_1^* = x_m + 50 =$		6.19 б		$C_1^* =$
$x_2^* = x_1^* + 50k =$		6.19 б		$C_2^* =$
$x_3^* = x_2^* + 50k =$		6.19 б		$C_3^* =$
$x_{4,5,6...}^* =$		6.19 б, 6.19 в, 6.19 г		$C_{4,5,6...}^* =$
$x_{k(ПДК_{cc})\text{внеш.}} =$				$ПДК_{cc} =$

Примечание. Подбор расстояний, характеризующих внутреннюю и внешнюю границы зоны загрязнения, осуществляется до момента достижения значения $S_k \leq ПДК_{cc}$.

Для упрощения расчетов можно допустить, что площадь зоны загрязнения представляет не эллипс, а сегмент кольца, ограниченного на внутренней x_k и внешней x_k^* границах значениями концентраций $S_{ПДК} + C_{\phi}$. Значением C_{ϕ} можно пренебречь, если в населенном пункте этот показатель меньше $ПДК_{cc}$ или больше $ПДК_{cc}$, не менее чем на 10–20 %.

В интервале опасных значений скорости ветра (0,6–2 м/с) ошибка определения составит около 20–25 %. Это связано с тем, что угловые размеры зоны загрязнения принимаются строго фиксированными в заданном интервале скорости ветра согласно методике Штаба ГО [16].

6.3.1. *Площадь зоны загрязнения* ($S_{зз, \text{кольца}}$) промышленными выбросами от источника выброса (m^2) при опасной скорости ветра u_m , в которой концентрация ЗВ изменяется в диапазоне от ПДК до C_m и от C_m до ПДК, определяют по формуле:

$$S_{зз, \text{кольца}} = \frac{\Psi \cdot \pi \left(x_{к(ПДК_{cc})\text{внеш.}}^{*2} - x_{к(ПДК_{cc})\text{внутр.}}^2 \right)}{360}, \quad (6.20)$$

где Ψ – угловые размеры зоны загрязнения (град) находят по табл. 6.5 с учетом рассчитанного значения опасной скорости u_m (м/с) (см. п. 6.1).

Таблица 6.3

Угловые размеры возможного заражения в зависимости от скорости ветра [16]

U_B	м/с	0,6-1	1,1-2	>2
Ψ	град	180	90	45

Примечание. Расчет зоны загрязнения как сегмент круга определяется по формуле [16]:

$$S_{зз} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \Psi, \quad (6.20a)$$

где Γ – глубина зоны загрязнения; Ψ – угловые размеры зоны заражения, нецелесообразен. Расчет зоны загрязнения по формуле (6.20a) нецелесообразен, т.к., он предложен на том основании, что концентрация ЗВ убывает монотонно от источника выброса.

6.3.2. Количество заболевших (пострадавших) от отравления ЗВ ($Z_{33}^{ЭКО}$), содержащимися в промышленных выбросах вредных веществ (чел.), рассчитывается по формуле:

$$Z_{33}^{ЭКО} = P \cdot S_{33.кольца} \quad (6.21)$$

где P – плотность распределения людей вблизи промышленного объекта (чел./га).

Необходимо учитывать, что число потенциально заболевших людей и риск их здоровью рассчитывается для наиболее неблагоприятных условий, в том числе при опасной скорости ветра.

6.3.3. Риск ($R_{забол.}$), причиненный здоровью людей проживающих (и/или работающих) на загрязненной территории, определяется по формуле:

$$R_{забол.} = Z_{33}^{ЭКО} / Z, \quad (6.22)$$

где Z – численность жителей населенного пункта, чел./год.

6.3.4. Промежуточные и конечные критерии расчета, характеризующие степень угрозы жизни или здоровью людей на территории, прилегающей к промышленному объекту, при загрязнении атмосферного воздуха вредными веществами необходимо представить в виде таблицы, аналогичной табл. 7.3, приведенной в примере решения курсовой работы.

Необходимо сравнить полученную величину риска с данными табл. 2.2 (Приложение 2) и сделать вывод о степени опасности.

7. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ [8]

Задание: Рассчитать концентрацию алифатических аминов (C_{15-20}) в атмосферном воздухе при неблагоприятных метеорологических условиях при нарушении технологического регламента работы предприятия, которое расположено на ровной открытой местности. Определить число людей, которые могут находиться в зоне опасного загрязнения (ограниченной ПДК_{сс}), и значение риска для их здоровья.

Согласно двум последним цифрам зачетной книжки находим в табл. 4.1 и 4.2 исходные данные к своему варианту курсовой работы (например, вариант № 00) (см. табл. 7.1, 7.2).

Таблица 7.1

Исходные параметры, характеризующие экологическую обстановку в населенном пункте

№ п/п	Параметр		Номер варианта задания по предпоследней цифре зачетной книжки – О
	Обозначение	Ед. изм.	Численное значение заданного параметра
1	Масса выброса i -го ЗВ всеми источниками в населенном пункте – q	тыс. т/год	2
2	Протяженность населенного пункта в направлении господствующих ветров – ℓ	км	10
3	Число жителей населенного пункта – Z	тыс. чел./год	600
4	Плотность распределения людей вблизи объекта – Π	чел./га	40

Таблица 7.2

Исходные параметры, характеризующие технологические выбросы и экологическую обстановку в населенном пункте

№ п/п	Параметр		Номер варианта задания по последней цифре зачетной книжки – О
	Обозначение	Ед. изм.	Численное значение заданного параметра
1	Высота трубы - Н	м	10
2	Диаметр устья трубы – D	м	1,3
3	Температура окр. воздуха – Тв	°С	10
4	Температура газовоздушной смеси –Тг	°С	105
5	Линейная скорость выхода газовоздушной смеси ω_0	м/с	5,1
6	Коэффициент А	-	180
7	Коэффициент F	-	1
8	Коэффициент η	-	1
9	Вид и масса i-го ЗВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, – Мi	г/с	амины алифатические (C ₁₅₋₂₀) 0,1

Расчет концентрации ЗВ в атмосферном воздухе при неблагоприятных метеорологических условиях при нарушении технологического регламента работы предприятия, число людей, которые могут находиться в зоне опасного загрязнения (ограниченной ПДКсс), и значение риска для их здоровья выполняется по формулам, изложенным в разделе 6 методических указаний.

Последовательность выполнения расчетов будет аналогична порядку, приведенному в табл. 7.3. Необходимо выполнить расчет по всем изложенным пунктам, с подробным указанием рассчитываемого показателя и показателей, входящих в формулу. Например:

1. Производим расчет объемной скорости выброса смеси ЗВ с воздухом ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0, \quad (1)$$

где D – диаметр устья источника выброса (м); ω_0 – средняя линейная скорость выхода смеси ЗВ с воздухом из источника (м/с).

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 1,3^2}{4} 5,1 = 6,77 \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Производим расчет вспомогательной величины f :

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (2)$$

где ΔT – разность между температурой выбрасываемой нагретой газовой смеси T_r и температурой наружного атмосферного воздуха T_b наиболее жаркого месяца года ($^{\circ}\text{C}$).

$$f = 1000 \frac{5,1^2 \cdot 1,3}{10^2 \cdot (105 - 10)} = 0,4,$$

И так далее.

Таблица 7.3

Расчетные показатели экологической обстановки и риска для здоровья населения при нарушении технологического регламента работы промышленного объекта

№ п/п	Показатели	Ед. изм	Значение показателя
1	2	3	4
Расчетные показатели выбросов ЗВ			
1	$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0$	м ³ /с	6,77
2	$f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}$		3,56
3	$\Delta T = T_{\Gamma} - T_B$	°С	95
4	$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}$	м/с	2,60
5	$v'_M = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}$	м/с	0,86
6	$f_e = 800 \cdot (v'_M)^3$,		512
7	$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}$ при $f < 100$		0,73
8	$n = 1$ при $v_M \geq 2$		1
9	$u_i = v_M (1 + 0,12\sqrt{f})$ при $v_M > 2$ и $f < 100$	м/с	3,05
10	$C_M = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$	мг/м ³	0,46
11	$ПДК_{cc}$ (см. табл. 2.1, прил. 2)	мг/м ³	0,003

1	2	3	4
12	$d = 7\sqrt{V_M} \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}\right)$ при $v_M > 2$ и $f < 100$		16,12
13	$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H$	м	161
14	$C_{\phi i} = \frac{q}{0,45 \cdot U_B \cdot l^{1,68}}$	мг/м ³	0,009
15	Задавая значениями X_k/X_M (см. п. 6.2.9), необходимо рассчитать значения S_k и $C_k = S_k \cdot C_M$, заполнить вспомогательную таблицу (см. табл. 7.4), построить график зависимости C_k от X_k (см. рис. 7.1), найти X_k при $C_k = \text{ПДК}_{\text{сс}}$ в обе стороны от X_M , т.е. на внутренней и внешней границах зоны загрязнения		
Расчетные показатели влияния выбросов ЗВ на здоровье населения			
16	Ψ	град	45
17	$S_{\text{зз.кольца}} = \frac{\Psi \cdot \pi \left(X_{\text{к(ПДК}_{\text{сс}})_{\text{внешн}}}^{*2} - X_{\text{к(ПДК}_{\text{сс}})_{\text{внутр.}}}^2 \right)}{360}$	га	871
18	$Z_{\text{зз}}^{\text{ЭКО}} = \Pi \cdot S_{\text{зз.кольца}}$	чел./год	34844
19	$R_{\text{забол}} = \frac{Z_{\text{зз}}^{\text{ЭКО}}}{Z}$		$5.8 \cdot 10^{-2}$

Таблица 7.4

Результаты расчета распределения концентрации ЗВ
от расстояния до источника выбросов

$x_k, \text{ м}$	x_k / x_M	Номер фор- мулы для S_k	S_k	$C_k = S_k \cdot C_M, \text{ мг/м}^3$
$x_M = 161$		-		$C_M = 0,460$
$x_1 = x_M - 50 = 111$	0,689	6.19а	0,908	$C_1 = 0,412$
$x_2 = x_M - 100 = 61$	0,379	6.19а	0,488	$C_2 = 0,225$
$x_3 = x_M - 150 = 11$	0,068	6.19а	0,026	$C_3 = 0,012$
$x_4 = 11/2 = 5$	0,031	6.19а	0,006	$C_4 = 0,003$
$x_{k(\text{ПДКсс})\text{внутр}} = 6$				$\text{ПДКсс} = 0,003$
$x_1^* = x_M + 50 = 211$	1,311	6.19б	0,924	$C_1^* = 0,425$
$x_2^* = 211 + 50 \cdot 2 = 311$	1,932	6.19б	0,761	$C_2^* = 0,350$
$x_3^* = 311 + 50 \cdot 3 = 460$	2,863	6.19б	0,547	$C_3^* = 0,252$
$x_4^* = 461 + 50 \cdot 4 = 661$	4,106	6.19б	0,354	$C_4^* = 0,017$
$x_5^* = 661 + 50 \cdot 5 = 911$	5,658	6.19б	0,219	$C_5^* = 0,101$
$x_6^* = 911 + 50 \cdot 6 = 1211$	7,522	6.19б	0,135	$C_6^* = 0,062$
$x_7^* = 1211 + 50 \cdot 7 = 1561$	9,696	6.19в	0,084	$C_7^* = 0,039$
$x_8^* = 1561 + 50 \cdot 8 = 1961$	12,180	6.19в	0,055	$C_8^* = 0,025$
$x_9^* = 1961 + 50 \cdot 9 = 2411$	14,975	6.19в	0,038	$C_9^* = 0,017$
$x_{10}^* = 2411 + 50 \cdot 10 = 2911$	18,081	6.19в	0,028	$C_{10}^* = 0,013$
$x_{11}^* = 2911 + 50 \cdot 11 = 3461$	21,497	6.19в	0,021	$C_{11}^* = 0,010$
$x_{12}^* = 3461 + 50 \cdot 12 = 4061$	25,224	6.19в	0,017	$C_{12}^* = 0,007$
$x_{13}^* = 4061 + 50 \cdot 13 = 4711$	29,261	6.19в	0,014	$C_{13}^* = 0,003$
$x_{k(\text{ПДКсс})\text{внешн}} = 4711$		6.19в		$\text{ПДКсс} = 0,003$

Примечание. Значения $x_{k(\text{ПДКсс})\text{внутр}}$ и $x_{k(\text{ПДКсс})\text{внешн}}$ вносятся в табл. 7.4 после их определения на графике путем опускания перпендикуляра на ось x_k из точек пересечения кривой концентрации (S_k) со значением ПДКсс (рис. 7.1).

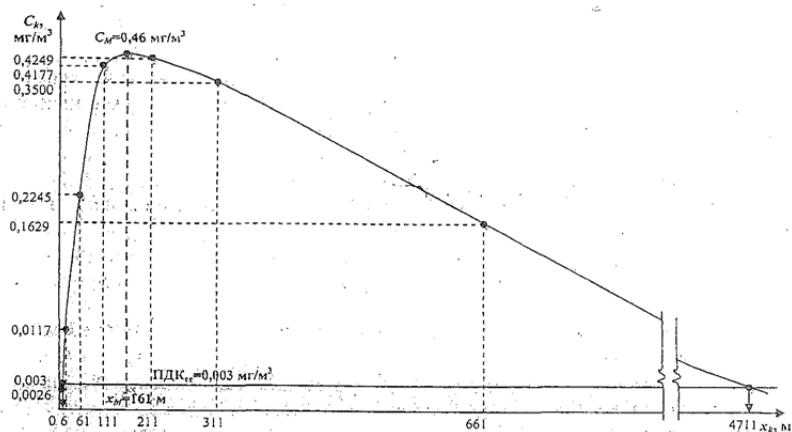


Рис. 7.1. Распределение концентрации C_k загрязняющих веществ в атмосфере в зависимости от расстояния X_k под струей точечного источника

Выводы:

1. При работе промышленного объекта концентрация аминов алифатических (C15-20) превышает ПДКсс в 153 раза на расстоянии 161 м.
2. Пребывание людей из числа проживающих или работающих на территории, площадью 871 га, прилегающей к промышленному объекту, представляет угрозу их здоровью: в зоне загрязнения уровень риска высокий ($5,8 \cdot 10^{-2}$)

8. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Дайте определение понятия «загрязнение».
2. Охарактеризуйте виды загрязнения.
3. Назовите 3–5 самых опасных загрязнителя атмосферного воздуха. Охарактеризуйте их воздействие на здоровье человека.
4. Перечислите природные источники загрязнения атмосферы.
5. Перечислите антропогенные источники загрязнителей атмосферы.
6. Назовите основные наиболее распространенные загрязнители атмосферы, которые образуются при штатной хозяйственной деятельности.
7. Что подразумевают под «временем пребывания» (иначе «временем жизни») вредного химического вещества в природных средах, включая атмосферный воздух. Как этот показатель влияет на экологическую обстановку?
8. Перечислите факторы, определяющие пространственный масштаб распределения загрязняющих веществ в атмосфере.
9. Дайте определение и назовите единицы измерения предельно допустимой среднесуточной концентрации вредного вещества в атмосферном воздухе населенных мест (ПДКсс).
10. Назовите параметры, которые характеризуют понятие «неблагоприятные метеоусловия».
 - 1) скорость ветра;
 - 2) интенсивность турбулентной диффузии;
 - 3) давление;
 - 4) температура происходящих в атмосфере процессов.
11. Назовите значение градиента изменения температуры сухого воздуха по высоте в адиабатических условиях.
 - 1) $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
 - 2) $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
 - 3) $1,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
 - 4) $10\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$.

12. Концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе у земной поверхности при выходе из источника выброса с увеличением расстояния в направлении ветра:

- 1) убывает;
- 2) растет;
- 3) не меняется;
- 4) подчиняется распределению Гаусса.

13. Согласно формуле $C_M = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$ величина C_M

меняется в зависимости от аэродинамического состояния внешнего воздуха и климата следующим образом:

- 1) растет, если коэффициент температурной стратификации атмосферы увеличивается;
- 2) падает, если коэффициент температурной стратификации атмосферы увеличивается;
- 3) не зависит от значения коэффициента температурной стратификации атмосферы.

14. Рассеивание выбросов ЗВ происходит интенсивнее, если:

- 1) $T_r \leq T_b$;
- 2) $T_r > T_b$;
- 3) выбросы изотермические.

15. Изменение приземной концентрации ЗВ мг/м³ при удалении по осевому расстоянию от единичного источника выброса согласно формуле

$$C_m = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

подчиняется зависимости:

- 1) $C_m \sim 1/x_k$ (м);
- 2) $C_m \sim x_k$ (м);
- 3) $C_m \sim M$ (г/с);
- 4) $C_m \sim H$ (м).

16. Вспомогательный параметр $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0$ для расчета ко-

эффициента m имеет размерность:

- 1) м/с²;
- 2) г/с;
- 3) м³/с;
- 4) м/с.

17. Вспомогательный параметр $\nu_i = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}$ имеет раз-
мерность

- 1) м²/(с²·°С);
- 2) м/с;
- 3) м³/(с·°С);
- 4) г/с.

18. Вспомогательный параметр $f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}$ для расчета

коэффициента n имеет размерность:

- 1) м/(с²·°С);
- 2) м³/с;
- 3) м/(с·К);
- 4) м/(с²·К).

19. Какова концентрация ЗВ в жилой зоне, расположенной в низине, если источник вредных выбросов расположен на возвышенности (при всех прочих равных условиях)?

- 1) в низине больше;
- 2) в низине меньше;
- 3) в низине и на возвышенности одинакова.

20. Концентрация ЗВ вблизи источника по сравнению с концентрацией в устье источника выброса может быть:

- 1) больше;
- 2) меньше;
- 3) равна;
- 4) меняться в любую сторону.

21. Степень загрязнения атмосферного воздуха в СЗЗ в зависимости от состояния атмосферного воздуха (стратификации атмосферы) наибольшая при:

- 1) штиле;
- 2) урагане;
- 3) температурной инверсии;
- 4) конвекции, урагане.

26. Как влияет вертикальная составляющая скорости выхода ЗВ из трубы на их концентрацию в приземном слое воздуха при разных скоростях ветра?

- 1) существенно при малых скоростях (до 2 м/с) ветра;
- 2) значительно при скоростях (до 5-6 м/с) ветра;
- 3) незначительно при больших скоростях ветра (10 м/с);
- 4) не оказывает влияния при ураганном ветре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное)

Таблица 2.1

Предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК_{сс})
загрязнителей в атмосферном воздухе населенных мест [7]

№ п/п	Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³
1	Аммиак (NH ₃)	0,04
2	Анилин (C ₆ H ₅ NH ₂)	0,03
3	Ацетальдегид (CH ₃ CHO)	0,01
4	Бенз(а)пирен (C ₂₀ H ₁₂)	1*10 ⁻⁶
5	Взвешенные вещества	0,15
6	Зола	0,15
7	Диоксид серы (SO ₂)	0,5
8	Озон (O ₃)	0,03
9	Оксид азота (NO)	0,06
10	Диоксид азота (NO ₂)	0,06
11	Оксид углерода (CO)	3,0
12	Свинец и его соединения (Pb)	0,0007
13	Стирол (C ₈ H ₈)	0,003
14	Формальдегид (HCHO)	0,003
15	Хлор (Cl ₂)	0,03
16	Сероводород (H ₂ S)	0,008
17	Уксусная кислота (CH ₃ COOH)	0,06

Таблица 2.2

Классификация уровней риска [17]

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск
Чрезвычайно высокий	более 10 ⁻¹
Высокий	10 ⁻¹ -10 ⁻³
Средний	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
Низкий	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶
Минимальный	менее 10 ⁻⁶

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

2. Руководство по контролю загрязнения атмосферы / Производственно-техническое издание. Руководящий документ Гос. комитета СССР по Гидрометеорологии. – М., 1991. – 697 с.

3. Федеральный закон РФ от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

4. Федеральный закон РФ от 30.03.99 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

5. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

6. Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности (утв. Приказом Минприроды РФ от 20.12.1995г. №539).

7. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

8. Исаева, Л.К. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Экология» / Л.К. Исаева, В.А. Суменко, С.В. Соловьев. – М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2011. – 30 с.

9. Бримблкумб П. Состав и химия атмосферы. – М.: Мир, 1988. – 352 с.

10. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие в 2-х частях: ч. 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Миньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2006.

11. Процессы формирования атмосферного воздуха в населенном пункте. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portaleco.ru/ekologija-goroda/processy-formirovanija-sostava-atmosfernogo-vozduha-v-naselennom-punkte-rasseivanie-zagrzajnjaushchih-veshchestv-v-atmosfere.html>. – 18.01.2011.

12. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий. – М.: СТРОЙИЗДАТ, 1984.

13. Внуков, А.К. Защита атмосферы от выбросов энерго-объектов: Справ. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176с.

14. Эльтерман, В.М. Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях / М.:Химия, 1985. – 160 с.

15. Инженерная защита окружающей среды: Учебное пособие / под ред. О.Г. Воробьева. – СПб.: Из-во «Лань», 2002. – 288 с.

16. Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях на ХОО и транспорте / Штаб ГО СССР, Госком. СССР по гидрометеорологии. – М.:1990. – 27 с.

17. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы

по дисциплине «МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»

для студентов специальности

20.05.01 «Пожарная безопасность»

всех форм обучения

Составители:

Иванов Юрий Иосифович

Туманова Тамара Александровна

Редактор *А.В. Дюмина*

Технический редактор *О.П. Долгополова*

Художественный редактор *О.П. Долгополова*

ЛР № 020524 от 02.06.97

Подписано в печать 1.02.16. Формат 60×84^{1/16}

Бумага офсетная. Гарнитура Times

Уч.-изд. л. 2,9. Тираж 25 экз.

Заказ № 1

Оригинал-макет изготовлен в лаборатории множительной техники
Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета)
650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 7

ПЛД № 44-09 от 10.10.99

Отпечатано в лаборатории множительной техники
Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета)
650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 7