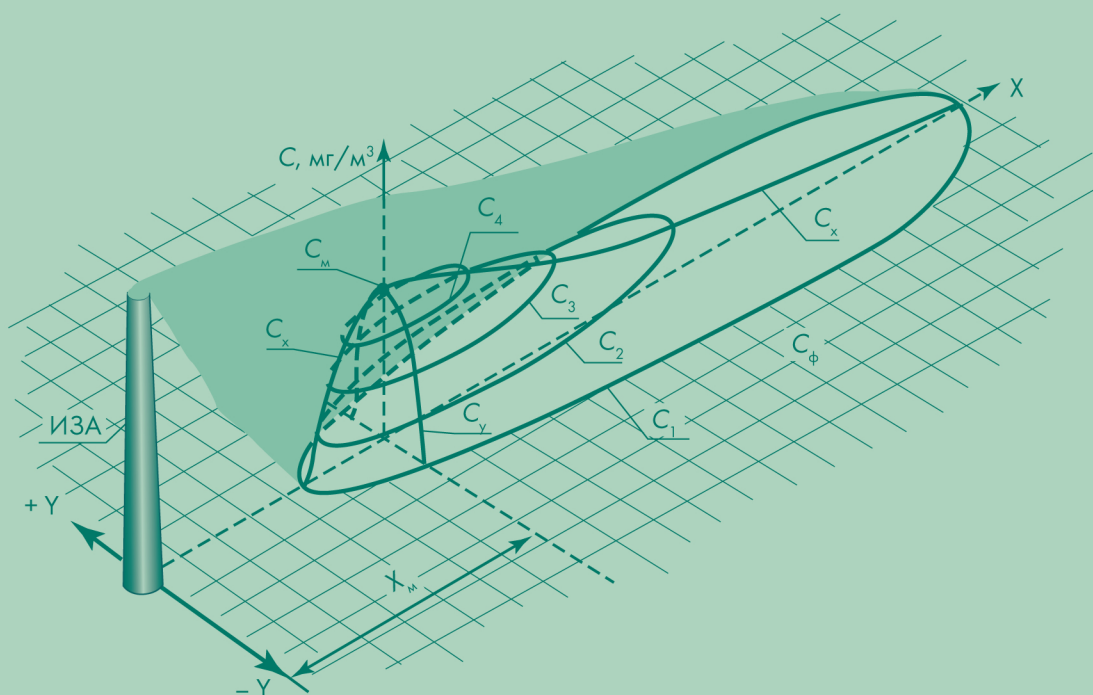


# Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу

## Рассеивание и установление нормативов



**И. М. Квашнин**

# **Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу. Рассеивание и установление нормативов**

Москва  
«АВОК-ПРЕСС»  
2008

УДК 504.054.064.36 : 658(083.74)  
ББК 20.18  
П 71

**Квашнин, И. М.**

Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу. Рассеивание и установление нормативов / И. М. Квашнин. — М. : АВОК-ПРЕСС, 2008. — 200 с. — ISBN 978-5-98267-037-3.

В книге подробно изложены вопросы рассеивания и установления нормативов выбросов в атмосферу для предприятия. Приведены физические основы рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере с рассмотрением теории атмосферной диффузии, турбулентности переноса. Рассмотрено 14 примеров с подробными решениями и пояснениями. Дана процедура расчета минимально требуемой степени очистки вентиляционных и других выбросов, а также влияющих на нее факторов.

Отдельная глава посвящена определению размеров санитарно-защитной зоны предприятий, для которых действующие санитарные правила и нормы приведены в прил. 1.

Издание адресуется инженерам-проектировщикам промышленной вентиляции и экологической документации, инженерам-экологам промышленных предприятий, а также студентам экологических специальностей и специальности «теплогазоснабжение и вентиляция».

## Содержание

Об авторе .....	7
Предисловие.....	8
Основные термины и определения .....	10
Глава 1. Физические основы рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере .....	17
1.1. Метеорологические параметры переноса примесей и их учет .....	17
1.2. Описание закономерностей распространения примесей на основе теории атмосферной диффузии .....	20
1.3. Механизм рассеивания примеси от одиночного точечного источника .....	24
Глава 2. Методика расчета рассеивания выбросов в атмосфере.....	29
2.1. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами одиночного точечного источника при опасной скорости ветра .....	29
2.1.1. Расчет максимальной приземной концентрации .....	30
2.1.2. Расчет приземной концентрации по оси и перпендикуляру к оси факела выброса.....	35
2.2. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами одиночного точечного источника при скорости ветра, отличающейся от опасной.....	37
2.2.1. Расчет максимальной приземной концентрации .....	37
2.2.2. Расчет максимальной приземной концентрации по оси факела выброса.....	38
2.2.3. Расчет приземной концентрации по перпендикуляру к оси факела выброса .....	40
2.3. Расчет загрязнения атмосферы на различных высотах над уровнем земли .....	41
2.4. Расчет мощности выброса и высоты одиночного точечного источника по заданному уровню максимальной приземной концентрации (обратная задача) .....	43
2.5. Расчет загрязнения атмосферы выбросами от группы источников .....	45
2.6. Расчет загрязнения атмосферы с учетом суммации вредного действия нескольких веществ .....	46
2.7. Учет фоновое загрязнения атмосферы .....	46
2.7.1. Учет фоновых концентраций при расчетах загрязнения атмосферы (по данным [23]) .....	46
2.7.2. Учет фоновое загрязнения при нормировании выбросов (по данным [21]).....	48
2.8. Дополнения и разъяснения НИИ Атмосфера по заданию параметров выбросов (по данным [21]) .....	51
2.8.1. Задание высоты выброса источника загрязнения атмосферы.....	51

2.8.2. Стилизация источников выброса .....	52
2.8.3. Учет влияния застройки .....	54
2.8.4. Учет трансформации вредных веществ в атмосфере.....	55
Глава 3. Нормирование выбросов в атмосферу.....	57
3.1. Нормы по установлению предельно допустимых выбросов.....	57
3.2. Дополнения и разъяснения НИИ Атмосфера к нормам по установлению предельно допустимых выбросов (по данным [21]) .....	60
Глава 4. Санитарно-защитная зона предприятий .....	70
4.1. Понятие санитарно-защитной зоны .....	70
4.2. Несоответствия между санитарными нормами и требованиями вентиляции.....	72
4.3. Определение размеров санитарно-защитной зоны .....	74
4.4. Формирование полей концентраций внутри санитарно-защитной зоны .....	77
Глава 5. Определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух .....	79
Глава 6. Проект нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу для предприятия.....	83
6.1. Общие сведения о предприятии .....	85
6.2. Характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферного воздуха.....	87
6.2.1. Краткая характеристика технологии производства и технологического оборудования .....	87
6.2.2. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием.....	88
6.2.3. Параметры выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу .....	90
6.3. Расчеты загрязнения атмосферы и предложения по нормативам ПДВ предприятия .....	92
6.3.1. Определение источников выброса и загрязняющих веществ, подлежащих нормированию.....	92
6.3.2. Предварительная оценка влияния выбросов вредных веществ источниками предприятия на загрязнение приземного слоя атмосферы .....	93
6.3.3. Детальные расчеты загрязнения приземного слоя атмосферы на компьютере.....	95
6.3.4. Мероприятия по снижению негативного воздействия выбросов предприятия на атмосферный воздух и оценка их достаточности.....	97
6.3.5. Предложения по нормативам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу .....	100
6.4. Контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов на предприятии .....	102
6.5. Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.....	106

Глава 7. Сводные расчеты загрязнения атмосферы города выбросами промышленности и автотранспорта и их применение при нормировании выбросов предприятий .....	111
7.1. Руководство работами по организации и выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферы.....	111
7.2. Проведение сводных расчетов .....	111
7.3. Характеристика сводных расчетов .....	112
7.4. Исходная информация о промышленных выбросах .....	112
7.5. Создание электронной топографической основы города .....	113
7.6. Учет выбросов от автотранспорта .....	113
7.7. Учет выбросов, заметно не влияющих на загрязнение атмосферного воздуха .....	113
7.8. Область применения и формирование нормативов выбросов .....	114
7.9. Учет негативного воздействия выбросов от автотранспорта .....	116
7.10. Автоматизированный учет выбросов.....	116
Глава 8. Примеры .....	118
8.1. Расчет максимальной приземной концентрации и расстояния, на котором достигается данная концентрация, для одиночного точечного источника при заданных направлении и опасной скорости ветра .....	118
8.2. Расчет ПДВ и степени очистки воздуха для одиночного точечного источника; влияние на их значения скорости выхода пылегазовоздушной смеси из устья источника .....	119
8.3. Расчет приземной концентрации для одиночного точечного источника вдоль оси факела выброса при опасной скорости ветра; определение расстояния, на котором достигается ПДК.....	122
8.4. Расчет приземной концентрации для одиночного точечного источника по перпендикуляру к оси факела выброса при опасной скорости ветра; определение расстояния, на котором достигается ПДК .....	124
8.5. Построение поля (изолиний) концентраций в приземном слое атмосферы для одиночного точечного источника при заданном направлении ветра .....	126
8.6. Построение поля (изолиний) концентраций в приземном слое атмосферы для одиночного точечного источника при круговом переборе направлений ветра .....	129
8.7. Расчет максимальной приземной концентрации для одиночного точечного источника при различных максимально разовых выбросах в теплый и холодный периоды года .....	130
8.8. Расчет приземной концентрации от группы из двух одинаковых источников загрязнения атмосферы с равными выбросами при направлении ветра, обеспечивающем минимальное наложение факелов....	133
8.9. Расчет приземной концентрации от группы из двух одинаковых источников загрязнения атмосферы с равными выбросами при направлении ветра, обеспечивающем максимальное наложение факелов...	135
8.10. Расчет приземной концентрации в заданной точке местности от группы из трех источников загрязнения атмосферы, имеющих различные параметры выбросов при средневзвешенной опасной скорости ветра; определение вкладов отдельных источников загрязнения атмосферы .....	138

8.11. Расчет зоны влияния для группы источников, выбрасывающих два вида загрязняющих веществ; определение размеров прямоугольника при рассеивании выбросов .....	141
8.12. Расчет концентраций от одиночного точечного источника на различных высотах над уровнем земли вдоль оси факела выброса при заданных направлении и опасной скорости ветра .....	143
8.13. Расчет приземных концентраций с учетом фоновго загрязнения атмосферы .....	148
8.14. Построение санитарно-защитной зоны предприятия .....	150
Библиографический список .....	155
Приложение 1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов .....	159
Приложение 2. Параметры наружного воздуха (по данным [54]) .....	191

## Об авторе

Иван Михайлович Квашнин работает в НПП «Энергомеханика» ведущим специалистом, заместителем директора. С 1976 по 2002 гг. И. М. Квашнин учился и работал в Строительном институте г. Пензы по специальности «теплогазоснабжение и вентиляция». В 1990 г. под руководством В. И. Бодрова защитил кандидатскую диссертацию в Московском текстильном институте (в настоящее время Московский государственный текстильный университет), где членами Ученого совета были В. Н. Талиев, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров и др. В течение трех последующих лет занимался подготовкой инженеров-экологов в Пензенском государственном университете.



Область научной и профессиональной деятельности — промышленная вентиляция и экология атмосферы. По данной тематике И. М. Квашнин опубликовал четыре монографии и 33 статьи. В одной из монографий, опубликованной в 2005 г. издательством «АВОК-ПРЕСС», автор предложил описать многочисленные разрозненные отраслевые методики по расчету выбросов простыми формулами и классифицировать по четырем типам с учетом распределения выделяющихся загрязняющих веществ между местной и общеобменной вытяжной вентиляцией.

Для очистки вентиляционных выбросов реализовал эффект Коанда в струйно-инерционных пылеуловителях (совместно с Ю. И. Юнкеровым), о чем имеется четыре патента. Работа в НПП «Энергомеханика» позволила воплощать теоретические разработки в производство. Налажен выпуск как традиционных аппаратов — циклонов, рукавных фильтров, так и новых пылеулавливающих систем. Под руководством И. М. Квашнина выполняется разработка и поставка в различные регионы России нестандартного вентиляционного оборудования.

За многолетнюю безупречную деятельность и вклад в развитие российской науки в 2007 г. НП «АВОК» наградило И. М. Квашнина медалью им. И. Ф. Ливчака.



## Предисловие

Данная книга является логическим продолжением издания «Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация» [17], в котором рассмотрен расчет максимально разовых, г/с, и годовых, т/год, выбросов в атмосферу как для отдельных источников загрязнения атмосферы, так и для предприятия в целом, оформленный в виде инвентаризации. За время, прошедшее с момента издания книги [17], вышло в свет методическое пособие НИИ Атмосфера [21], в котором приведены изменения к формам таблиц инвентаризации, учтена нестационарность выбросов во времени. В отношении расчетов изменений немного.

Вместе с тем это самостоятельное издание, в котором рассматривается, как происходит рассеивание выбросов, т. е. что происходит с загрязняющими веществами, когда они из устья источника загрязнения атмосферы (ИЗА) попадают в атмосферу. В процессе рассеивания загрязняющие вещества попадают в приземный слой атмосферы ( $H = 2$  м), где их концентрация сравнивается с гигиеническими нормативами качества атмосферного воздуха. Данные нормативы качества в настоящее время называют предельно допустимой концентрацией (ПДК) и ориентировочно безопасным уровнем воздействия (ОБУВ), устанавливаемыми гигиеническими нормативами [6, 7]. Если концентрация меньше ПДК (ОБУВ), то такой выброс является предельно допустимым (ПДВ). И наоборот, если концентрация превышает ПДК, то необходимо ее снижение. Самый распространенный путь — установление пылегазоочистных аппаратов. Таким образом, ответ на вопрос, какова должна быть минимальная степень очистки выбросов или эффективность пылегазоочистных аппаратов, находится через выполнение условия: концентрация загрязняющих веществ в приземном слое должна быть меньше или равна ПДК ( $c \leq \text{ПДК}$ ). Это положение принципиально отличается от распространенного среди неспециалистов мнения, что достаточно ограничить выброс из источника до какой-то фиксированной величины и выброс станет допустимым (без какой-либо привязки к концентрации загрязняющих веществ в атмосфере).

Существует еще два пути снижения концентрации загрязняющих веществ в приземном слое. Более радикальный — смена технологии производства на экологически чистую, сопровождающуюся существенным уменьшением выбросов. Другой путь связан с более эффективным использованием рассеивающей способности атмосферы. В этом случае максимально разовые и годовые выбросы источника загрязнения атмосферы остаются неизменными. Действительно, концентрация загрязняющих веществ в устье источника, часто во много раз превышающая ПДК, и концентрация загрязняющих веществ в приземном слое связаны между собой опосредованно такими факторами, как высота источника, условия выхода пылегазовоздушной смеси (диаметр устья, скорость, расход, температура), метеорологические условия, рельеф местности.

Методику расчета рассеивания выбросов и установление нормативов ПДВ регламентирует ОНД–86 [23] — основной документ, учитывающий ГОСТ 17.2.3.02–78 [12]. Фоновые концентрации, присутствие группы веществ с эффектом суммации вредного действия, соблюдение ПДК на различных высотах, наличие зон отдыха, курортов и прочие условия осложняют процедуру нормирования выбросов. С момента издания данной методики прошло более 20 лет, многое изменилось. В действующих СанПиН 2.1.6.1032–01 [45] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 [49] присут-

ствуется оговорка, что основное условие нормирования ( $c \leq \text{ПДК}$ ) должно выполняться не в любой точке местности, а на границе санитарно-защитной и жилой зон. На данный момент при установлении нормативов ПДВ Ростехнадзор рекомендует использовать методическое пособие НИИ Атмосфера [21], в котором также приведен «Проект нормативов ПДВ» — основной документ, устанавливающий допустимые выбросы загрязняющих веществ для действующих и реконструируемых предприятий. Для вновь проектируемых предприятий рекомендовано к использованию пособие к СНиП 11.01.95 [35].

В книге последовательно изложена процедура установления нормативов ПДВ, приведенная в ряде нормативных документов [21, 23, 49].

Глава 1 посвящена физическим основам рассеивания выбросов в атмосфере, которые в современных изданиях мало освещены. Знание основ рассеивания важно для понимания методики ОНД–86 [23], включающей в большом количестве эмпирические формулы, объем которых не позволяет увидеть физику явления. С этой же целью в книге приведены 14 подробных примеров с пояснениями (глава 8). Компьютерные расчеты по унифицированным программам расчета загрязнения атмосферы типа «Эколог», «Призма», реализующие алгоритм ОНД–86, позволяют быстро получить конечный результат, но они не дают понимания того, как результат был получен.

Нормирование санитарно-защитных зон для предприятий, по мнению автора (глава 4), зашло в некоторой степени в тупик. Исходя из уровня воздействия на среду обитания и здоровье человека для предприятия должен быть установлен минимальный размер нормативной санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в диапазоне 50–1 000 м. Вследствие внесения ряда изменений в санитарные правила и нормы минимальный размер санитарно-защитной зоны стало возможно уменьшать на 50 % [47], а в настоящее время этот параметр снижен до нуля метров [49]. Санитарное ведомство вправе самостоятельно назначать ширину данной зоны. Объективность создается наличием соответствующих расчетов рассеивания выбросов и годовыми замерами концентраций в определенных точках местности, производимыми Роспотребнадзором. На данный момент определено понятие «экозащитная зона» (ЭЗЗ), которое введено НИИ Атмосфера на перспективу.

НИИ Атмосфера разработал рекомендации [20, 40] по проведению сводных расчетов загрязнения атмосферы города выбросами промышленных предприятий и автотранспорта (глава 7).

Предполагается, что для каждого предприятия будет установлен свой вклад (квота) в уровень загрязнения атмосферы по каждому из загрязняющих веществ взамен учета фоновых концентраций.

Автор надеется, что книга окажется полезной специалистам, поможет ясно взглянуть на вопросы рассеивания и установление нормативов ПДВ. Издание адресуется также студентам экологических специальностей и специальности «теплогазоснабжение и вентиляция», т. к. позволит устранить пробел в методическом обеспечении соответствующих курсов.

Автор выражает признательность издательству «АВОК-ПРЕСС» за теплую поддержку.

*И. М. Квашин*

Квашнин Иван Михайлович

Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу.  
Рассеивание и установление нормативов

Главный редактор *М. М. Бродач*  
Ответственный за производство *Ю. П. Пентюхов*  
Начальник книгоиздательского отдела *П. А. Корсунская*  
Редактор *Н. О. Рычкова*  
Корректор *А. А. Архипова*  
Компьютерная верстка *Г. Р. Арифалин*

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»  
127051, Москва, а/я 141, «АВОК-ПРЕСС»  
www.abok.ru, e-mail: book@abok.ru  
Тел.: (495) 621-80-48, 621-64-29

Подписано в печать 25.01.2008. Формат 70×108/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон.  
Печать офсетная. Тираж 2 000 экз. Заказ №

В книге подробно изложены вопросы рассеивания и установления нормативов выбросов в атмосферу для предприятия. Приведены физические основы рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере с рассмотрением теории атмосферной диффузии, турбулентности переноса. Рассмотрено 14 примеров с подробными решениями и пояснениями. Дана процедура расчета минимально требуемой степени очистки вентиляционных и других выбросов, а также влияющих на нее факторов.

Отдельная глава посвящена определению размеров санитарно-защитной зоны предприятий, для которых действующие санитарные правила и нормы приведены в прил. 1.

Издание адресуется инженерам-проектировщикам промышленной вентиляции и экологической документации, инженерам-экологам промышленных предприятий, а также студентам экологических специальностей и специальности «теплогазоснабжение и вентиляция».

ISBN 978-5-98267-037-3



9 785982 670373 >