ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ им. А. И. ВОЕЙКОВА

СИСТЕМА ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ

Санкт-Петербург
Гидрометеоиздат
2004

gost.e-ecolog.ru

УДК 551.510.04

Исполнители:
д-р геогр. наук проф. Л. Р. Сонькин (научный руководитель), канд. геогр. наук В. В. Лапиков (ответственный исполнитель), канд. техн. наук В. Д. Николаев (ответственный исполнитель), канд. геогр. наук М. В. Волкодаева, канд. геогр. наук Т. П. Ивлева, В. И. Кириллова, В. Н. Кашерцев.

В пособии изложены основные положения разработанной системы прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха, формирующихся в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Разработка и внедрение такой системы направлены на повышение эффективности работ по предупреждению опасных уровней загрязнения воздуха, на достижение реального улучшения состояния воздушного бассейна городов за счет предотвращения наиболее опасных случаев.

В систему входит адресное метеорологическое обслуживание потребителей с передачей предупреждений для тех источников выбросов, которые в конкретной ситуации определяют опасное увеличение содержания вредных веществ в воздухе. В ней предусмотрено составление прогнозов специально для экстремально высоких (катастрофических) уровней загрязнения воздуха по городу в целом и в его отдельных районах. Изложены условия передачи предупреждений трех степеней опасности, которым соответствуют три режима мероприятий в периоды НМУ на предприятиях и на автотрассах. Предложены критерии, позволяющие установить число режимов работ для предприятий, отдельных источников выбросов и автотрасс. Рассмотрены вопросы организации работ и взаимодействия различных ведомств и учреждений в периоды НМУ, а также вопросы учета НМУ при разработке проектов предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Пособие предназначено для использования в подразделениях Росгидромета, Министерства природных ресурсов, в организациях и ведомствах, занимающихся вопросами защиты атмосферы от загрязнения.

Substantive provisions of the developed system of the forecast and the prevention of high levels of the air pollution formed during unfavorable meteorological conditions (UMC) are presented. The development and the introduction of such system are directed on increase of the works efficiency on the warning of the air pollution dangerous levels on achievement of real improvement of a condition of air pool of the cities due to prevention of the most dangerous cases.

The system includes address meteorological service of the consumers with transfer of the warnings for those sources of the emissions which in the concrete situation determine dangerous increase in concentrations of the harmful substances in the air. The special drawings up of the forecasts of the extremely higs levels of the air pollution are provided.

The condition of the warnings transfer of the three danger degrees to which there correspond the three modes of the actions during the UMC periods at the enterprises and on the streets are stated. The criteria for an establishment of the quantity under UMC of the operations modes are offered to the enterprises, the separated emissions sources, the highways.

The questions of the works organizations and the interactions of the various departments and the establishment during the UMC periods, and also the account UMC questions are considered by the development of Maximal Permissible Emissions projects.

С $\frac{1502000000\text{-}05}{069(02)\text{–}2004}$

© Главная геофизическая обсерватор им. А. И. Воейкова (ГГО), 2004 г

ВВЕДЕНИЕ

В течение ряда лет в ГГО, в других НИИ Росгидромета, а также во многих УГМС решалась задача прогноза загрязнения воздуха и предупреждения о возможном формировании его высоких уровней. Составлены методические документы для практического использования полученных результатов [6, 7, 13]. Широко внедрены разработанные прогностические положения.

В практике прогнозирования загрязнения воздуха имеются определенные достижения. В настоящее время работы проводятся в 235 городах РФ, а предупреждения передаются более чем на 5000 предприятий.

Оправдываемость прогнозов высоких уровней загрязнения воздуха, с которыми связано составление предупреждений, превышает 90 %. В течение 2002 г. всего по стране составлено более 6000 предупреждений, из которых 89 — о загрязнении воздуха третьей степени опасности, требующей наиболее серьезных мер по предотвращению возможного опасного скопления вредных веществ в воздухе.

Из УГМС поступает информация о том, что в ряде случаев увеличение уровня загрязнения приземного слоя воздуха предотвращено за счет мер, принятых в периоды действия предупреждений.

Можно назвать следующие шесть условий, определяющих успешность работ по прогнозированию загрязнения воздуха:

1) учет физического процесса распространения примесей в атмосфере;

2) введение интегральных показателей загрязнения воздуха в городе;

3) использование статистических методов, позволяющих при разработке схем прогноза учитывать зависимость загрязнения воздуха от метеорологических факторов в том виде, в каком она реально проявляется в каждом конкретном городе;

4) учет в схемах прогноза инерционного фактора, который сильно влияет на формирование уровня загрязнения воздуха в городе;

5) установление количественного синоптического предиктора, значимость которого больше значимости любого метеорологического предиктора;

6) учет местных локальных особенностей, благодаря тому что разработки схем прогноза проводятся по материалам каждого конкретного города.

В настоящее время ставится задача значительно повысить эффективность работ, чтобы реально улучшить состояние воз-

душного бассейна за счет прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха.

Очевидно, что проблему защиты атмосферы от загрязнения в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) нельзя решить только на основе метеорологических прогнозов и предупреждений о возможном возникновении опасных условий. Необходима совместная деятельность ряда предприятий, организаций и учреждений, которая позволит обеспечить следующее:

— оперативное поступление предупреждений к потребителям,

— разработку и осуществление мероприятий по временному сокращению выбросов в периоды НМУ,

— контроль выполнения этих мероприятий.

В этой связи оказалась необходимой комплексная система прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха, которую в первую очередь следует основывать на имеющихся результатах научной и практической деятельности. Однако для ее эффективной работы дополнительно необходимы специальные исследования, касающиеся решения ряда задач.

1. К таким задачам в первую очередь относится адресное составление прогнозов и предупреждений. При этом важно учитывать то обстоятельство, что НМУ различаются для разных источников.

В подразделениях Росгидромета в настоящее время составляют два вида прогнозов загрязнения воздуха:

1) по городу в целом, когда прогнозы главным образом относятся к многочисленным низким источникам, рассредоточенным по территории города;

2) для отдельных источников, когда метод прогноза загрязнения воздуха охватывает все типы источников, при этом учитываются особенности распространения выбросов в атмосфере.

Чтобы детализировать метод прогноза загрязнения воздуха для отдельных источников и повысить его эффективность, выполняется следующее:

— в первую очередь подробно рассматриваются характеристики многочисленных низких источников;

— отдельно выделяется такой источник загрязнения, как автотранспорт;

— специально учитываются особенности загрязнения воздуха в жилых кварталах при расположении источников выбросов далеко за пределами города (на 10—15 км и более),

— учитывается ряд других особенностей (наложение выбросов, микрометеорологический режим и др.).

На основе этих данных все источники выбросов разделяются на группы, каждой из которых соответствует определенный комплекс НМУ.

В результате реализации такого подхода предупреждения составляются только для тех источников выбросов, которые в данной конкретной метеорологической ситуации определяют опасный рост содержания вредных веществ в воздухе.

2. Следующая задача, повышающая эффективность работы комплексной системы прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха — определение степени участия каждого предприятия и каждого отдельного производства в работах по регулированию выбросов в периоды действия предупреждений.

В системе Росгидромета составляют предупреждения трех степеней опасности, которым соответствуют три режима работ на предприятиях в периоды НМУ. Однако не ко всем источникам выбросов относятся все три степени опасности предупреждений и соответственно мероприятия по всем трем режимам работ.

Число режимов определяется вкладом каждого предприятия и каждого отдельного источника выбросов в создание уровня загрязнения воздуха в городе. В данном пособии даны рекомендации для определения числа необходимых режимов работ.

Комплексы НМУ для групп источников выбросов и число режимов работ в периоды НМУ устанавливают, используя данные о параметрах выбросов источников и их расчетных характеристиках. В то же время отсутствие таких данных в полном объеме не должно быть препятствием для составления предупреждений и выполнения работ по защите атмосферы от загрязнения в периоды НМУ.

В разделе 6 данного пособия впервые рассмотрены вопросы прогнозирования опасных уровней загрязнения воздуха, которые могут формироваться непосредственно на территории предприятий и оказывать вредное воздействие на здоровье работников. Получены и приведены некоторые прогностические рекомендации.

3. Очень важная научная задача, решить которую необходимо для создания разрабатываемой системы, — надежный прогноз редко встречающихся случаев катастрофического загрязнения воздуха (КЗВ), с которыми связаны наиболее опасные последствия для здоровья людей и состояния окружающей среды. Потребовался специальный анализ метеорологических условий и синоптических ситуаций, приводящих к формированию опасных случаев. Результаты такого анализа являются основой для составления схем прогноза КЗВ.

Необходимая эффективность работ по защите атмосферы от загрязнения в периоды НМУ зависит от их организации и взаимодействия различных ведомств и учреждений, участвующих в этих работах. Успех работ в значительной степени определяется четкостью их организации, в том числе следующим:

— составлением предупреждений,

— способами их передачи потребителям,

— разработкой мероприятий по регулированию выбросов,

— их реальным выполнением на предприятиях,

— контролем над выполнением мероприятий и оценкой их эффективности.

Данный вопрос также изложен в разделе 10 настоящего пособия.

Разработки выполнены по материалам многих городов РФ и республик бывшего СССР. По данным г. Уфа и других городов Республики Башкортостан, а также городов Магнитогорск, Череповец, Энгельс и Волгоград проанализированы параметры выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях. На этом основании источники выбросов разделены на группы, а также установлены комплексы НМУ. Учтены ежегодные обобщения состояния работ по прогнозированию загрязнения воздуха в городах РФ.

В общем виде мероприятия по защите населения в периоды НМУ и порядок взаимодействия различных организаций в эти периоды изложены в следующих документах:

— в статье 19 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха», принятого 4 мая 1999 г.;

— в Положении постановления Правительства РФ от 28 ноября 2002 г. № 847 «О порядке ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух» (приложение 1).

СПИСОК ОСНОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

КЗВ — катастрофическое загрязнение воздуха

НБН — неблагоприятное направление ветра

НМУ — неблагоприятные метеорологические условия

ПДВ — предельно допустимый выброс

ПДК — предельно допустимая концентрация

УГМС — управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ЭВУЗВ — экстремально высокий уровень загрязнения воздуха

$C_м$ — максимальная расчетная концентрация примеси в воздухе за счет выбросов заданного источника

$C_{мX}$ — максимальная расчетная концентрация примеси в воздухе на расстоянии X от источника

$C_н$ — наибольшая расчетная концентрация примеси в воздухе, создаваемая на территории города за счет выбросов многих источников

H — геометрическая высота источника

H_2 — высота нижней границы приподнятой инверсии

P — интегральный показатель загрязнения воздуха по городу в целом

P' — значение параметра P в предыдущий день (на момент составления прогноза)

q — измеренная концентрация примеси в воздухе

$q_м$ — измеренная максимальная концентрация примеси в воздухе

T — температура выходящих газов

$U_м$ — опасная скорость ветра, относящаяся к расстоянию $X_м$ от источника

$U_{мX}$ — опасная скорость ветра, относящаяся к расстоянию X от источника

$X_м$ — расстояние от источника, к которому относится $C_м$

1. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГНОЗОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ. РАЗДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ НА ГРУППЫ И УСТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ НМУ

Прогнозы загрязнения воздуха для отдельных источником выбросов составляются с учетом заранее установленных комплексов НМУ, которые различаются для разных источников. Для каждого источника характерны свойственные ему комплексы НМУ.

Чтобы составить прогноз загрязнения воздуха, создаваемого отдельными источниками выбросов на территории города, необходимо разделить все источники на такие группы, для которых комплексы НМУ примерно одинаковы. Прогноз данного комплекса является основанием к составлению предупреждения для определенной группы источников.

Такой подход позволяет составлять предупреждения не вообще, а адресно — именно для тех производств и отдельных источников выбросов, которые определяют увеличение содержания вредных веществ в воздухе в данной конкретной метеорологической ситуации.

Комплексы НМУ включают в себя следующие элементы:

1) скорость ветра на высоте флюгера,

2) направление ветра на высоте флюгера,

3) положение инверсионных слоев по отношению к источникам выбросов,

4) термическую устойчивость под инверсионным слоем,

5) атмосферные явления (туман и дымку),

6) состояние загрязнения воздуха по городу в целом.

Состояние загрязнения воздуха по городу в целом характеризуется интегральным показателем загрязнения. На сети Росгидромета в настоящее время широко используется параметр, рекомендованный в РД 52.04.306—92 [13]:

$$P = m/n, \qquad (1.1)$$

где n — общее число измеренных концентраций загрязняющих веществ в течение суток; m — число измеренных в течение этих же суток концентраций, превышающих среднесезонное значение более чем в 1,5 раза.

Устанавливая комплексы НМУ для отдельных источников выбросов в соответствии с методикой, приведенной в ОНД—86 [5], следует учитывать геометрическую высоту источника H и темпе-

ратуру выходящих газов T, а также следующие расчетные характеристики:

— расчетную максимальную концентрацию примеси $C_м$ (при НМУ нормального типа);

— расстояние $X_м$ от источника, к которому относится максимальная концентрация примеси в воздухе $C_м$;

— расчетную максимальную концентрацию $C_{мX}$ на расстоянии X от источника (значения $C_{мX}$ следует учитывать в первую очередь в жилых кварталах);

$U_м$ — опасную скорость ветра, с которой связана максимальная расчетная концентрация примеси $C_м$ на расстоянии $X_м$ от источника выбросов;

$U_{мX}$ — опасную скорость ветра на расстоянии X от источника (значения $U_{мX}$ следует учитывать в жилых кварталах).

Со значениями H связана опасная высота нижней границы приподнятой инверсии.

От значений T зависят расчетные характеристики $C_м$ (или $C_{мX}$), $X_м$ и $U_м$ (или $U_{мX}$).

Со значениями $U_м$ или $U_{мX}$ непосредственно связан неблагоприятный интервал скорости ветра для каждого источника.

Расчетные значения $C_м$ и $C_{мX}$ непосредственно не используют при установлении комплексов НМУ. Однако их необходимо учитывать при определении числа режимов работ в периоды НМУ для каждого предприятия и каждого отдельного источника выбросов.

Предлагаемое в табл. 1.1 разделение источников на группы с примерно одинаковыми НМУ основано на специальном анализе данных более 4500 источников выбросов, расположенных на предприятиях городов Уфа, Магнитогорск и Череповец.

Чтобы установить комплексы НМУ для каждого источника, необходимо выполнить следующее.

1. Определить неблагоприятный интервал скорости ветра. При этом для каждого из многочисленных низких источников учитывают значение опасной скорости ветра $U_м$:

— при $U_м = 0{,}5$ м/с принимают интервал 0—1 м/с,

— при $U_м = 1{,}0$ м/с принимают интервал 0—2 м/с,

— при $U_м > 1{,}0$ м/с, учитывая форму графика зависимости расчетной концентрации C от скорости ветра U [5], интервал неблагоприятных значений $U_м$ принимают равным 3 м/с:

$$\text{от } (U_м - 1) \text{ до } (U_м + 2).$$

Например, при $U_м = 5$ м/с интервал опасных скоростей ветра составляет 4—7 м/с.

Таблица 1.1

Характерные комплексы НМУ для групп источников применительно к составлению предупреждений трех степеней опасности

Группа источников	Степень опасности предупреждения	Ожидаемые метеорологические условия					Параметр P
		Ветер на уровне флюгера		Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Вид инверсии и ее высота над уровнем земли	Явления погоды	
		Скорость, м/с	Направление				
I. Высокие (выше 50 м) с горячими выбросами	1	4—7		Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		< 0,30
		4—7	НБН	Неустойчивая			< 0,30
		8—10	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		Независимо
	2	4—7		Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		> 0,30
		4—7	НБН	Неустойчивая			> 0,30
		4—7	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		< 0,30
	3	4—7	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		> 0,30
II. Высокие с холодными выбросами	1	1—3		Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		< 0,30
		1—3	НБН	Неустойчивая			< 0,30
		4—5		Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		Независимо
	2	1—3		Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		> 0,30
		1—3	НБН	Неустойчивая			> 0,30
		1—3	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		< 0,30
	3	1—3	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м		> 0,30
III. Средней высоты (20—50 м) с горячими выбросами	1	2—4		Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		< 0,30
		2—4	НБН	Неустойчивая			< 0,30
	2	2—4		Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		> 0,30
		2—4	НБН	Неустойчивая			> 0,30
		2—4	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		< 0,30
		2—4	НБН			Туман	< 0,30
	3	2—4	НБН			Туман, дымка	> 0,30
IV. Средней высоты с холодными выбросами	1	0,5—2,0		Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		< 0,30
		0,5—2,0	НБН	Неустойчивая			< 0,30
	2	0,5—2,0		Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		> 0,30
		0,5—2,0	НБН	Неустойчивая			> 0,30
		0,5—2,0	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		< 0,30
		0,5—2,0	НБН			Туман	< 0,30
	3	0,5—2,0	НБН	Неустойчивая	Приподнятая до 200 м		> 0,30
		0,5—2,0	НБН			Туман	> 0,30
V. Низкие	1	0		Устойчивая	Приземная		< 0,30
		1—3	НБН	Устойчивая	Приземная		< 0,30
		0				Туман	< 0,30
	2	0		Устойчивая	Приземная	Туман, дымка	< 0,30
		0		Устойчивая	Приземная		> 0,30
		1—3	НБН	Устойчивая	Приземная		> 0,30
	3	0		Устойчивая	Приземная	Туман, дымка	> 0,30
		1—3	НБН	Устойчивая	Приземная		> 0,40
VI. Низкие с $U_м$ > 5 м/с	1	6—12		Устойчивая			Независимо

Примечание: термин «Независимо» для параметра P означает, что соответствующий комплекс НМУ не включает в себя значение параметра P.

2. Установить неблагоприятные направления ветра НБН. При этом учитывают два направления:

1) направление переноса со стороны источника на жилые кварталы;

2) направление, при котором имеет место наибольшее наложение выбросов ряда источников, в том числе того источника, для которого составляют прогноз.

3. Определить неблагоприятное положение инверсии. Для множества низких источников опасно наличие приземной инверсии. Если источник не является низким, то опасно расположение нижней границы приподнятой инверсии на высоте не более 200 м над источником. С учетом точности прогноза инверсий для источников средней высоты в качестве опасного интервала принимается $H_2 < 250$ м, для высоких — $H_2 < 500$ м.

4. Туман и дымку принимают в качестве элемента комплекса НМУ для любого источника выбросов.

5. Высокий уровень загрязнения воздуха по городу в целом ($P > 0{,}30$ или $P > 0{,}35$ в зависимости от статистического распределения P) также принимают как элемент комплекса НМУ для любого источника. Следует, однако, иметь в виду, что при НМУ для высоких источников (особенно с горячими выбросами) большие значения P маловероятны.

С учетом указанных положений составляют комплексы НМУ для отдельных групп источников (см. табл. 1.1).

Основные положения метода прогноза загрязнения воздуха, создаваемого отдельными источниками выбросов, приведены в работах [7, 9].

Усовершенствование метода коснулось главным образом двух положений:

— первое связано с уточнением групп источников и соответствующих им комплексов НМУ, с установлением новых групп, охватом всех без исключения источников выбросов, влияющих на уровень загрязнения воздуха в городе, а также на территории предприятий;

— второе связано с установлением числа режимов работ на предприятиях и отдельных источниках выбросов в периоды действия предупреждений (в периоды НМУ).

Прогноз приведенных в табл. 1.1 комплексов НМУ является основанием для составления предупреждений трех степеней опасности. Чтобы полностью охватить все особенности загрязнения воздуха отдельными источниками выбросов на территории города, табл. 1.1 дополнена следующими данными. В целом среди источников выбросов выделено шесть групп (см. табл. 1.1), но

оказалось необходимым рассмотреть две группы низких источников.

В отдельную группу выделены низкие источники из группы VI, которые характеризуются большими значениями $U_м$. Комплексы НМУ в данном случае отличаются от комплексов для других низких источников.

К другой группе низких источников отнесены источники группы V, с которыми связаны небольшие значения $X_м$ (10—100 м). Эти низкие источники разделены на три подгруппы:

1) подгруппа V*а* — источники, расположенные среди жилых кварталов. Наиболее неблагоприятна для них застойная ситуация (штиль и приземная инверсия);

2) подгруппа V*б* — низкие источники на территории предприятий, которые при наступлении НМУ определяют формирование большого содержания примесей в воздухе жилых кварталов только при определенных направлениях ветра;

3) подгруппа V*в* — низкие источники, создающие большое содержание примесей (существенно превышающее ПДК) на территории предприятий, но мало влияющие на воздушный бассейн города. Предупреждения для таких источников связаны с защитой здоровья работников предприятий. Как и в случае V*а*, для подгруппы V*в* наиболее неблагоприятна застойная ситуация.

Отдельно рассматриваются источники выбросов, расположенные на большом расстоянии от жилых кварталов (10—15 км и более). Комплексы НМУ в данном случае в первую очередь включают в себя направление ветра и приподнятую инверсию. Для этих источников уменьшается, хотя и сохраняется, влияние скорости ветра. В связи с этим уточняется разделение источников на группы (об этом подробнее указано в разделе 5).

Автотранспорт в принципе отнесен к V группе источников. Однако здесь добавлен новый элемент комплекса НМУ — направление ветра вдоль трассы с отклонением от направления трассы не более 30°. Автотрассы города дополнительно делят на группы в зависимости от интенсивности движения в соответствии с необходимым числом степеней опасности предупреждений.

2. СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ИХ СТЕПЕНЕЙ ОПАСНОСТИ И РЕЖИМОВ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В ПЕРИОДЫ НМУ

В соответствии с действующими руководящими документами [6, 13] в настоящее время составляются предупреждения трех степеней опасности, которым соответствуют три режима работ на предприятиях в периоды НМУ:

1) предупреждения 1-й степени составляют примерно для 10 % случаев. Соответствующие мероприятия не влияют на производство и не требуют существенных затрат;

2) предупреждения 2-й степени опасности составляют примерно в 2 % случаев. Мероприятия по защите атмосферы в периоды действия таких предупреждений требуют определенных усилий однако, как правило, не приводят к сокращению производства;

3) предупреждения 3-й степени опасности составляют менее чем в 1 % случаев. Мероприятия при этом могут быть самыми серьезными, вплоть до остановки производства.

Главным основанием для составления предупреждений различной степени опасности являются метеорологические условия. Степень опасности предупреждений для группы отдельных источников определяют по табл. 1.1.

При прогнозировании загрязнения воздуха по городу в целом основанием для составления предупреждений является ожидаемое значение интегрального показателя загрязнения воздуха. Его градации устанавливают с учетом указанной повторяемости предупреждений каждой степени опасности.

Если в качестве показателя использован параметр P, то в большинстве городов степень опасности составляемых предупреждений зависит от его ожидаемых значений:

— при $0{,}50 \geq P > 0{,}35$ составляют предупреждение 1-й степени опасности;

— при $P > 0{,}50$ составляют предупреждение 2-й степени опасности;

— предупреждение 3-й степени опасности составляют, если после передачи предупреждения 2-й степени сохраняется высокий уровень загрязнения воздуха и ожидается сохранение НМУ.

Учет только значений интегрального показателя загрязнения воздуха в городе и НМУ недостаточен для составления предупреждений, особенно 2-й и 3-й степеней опасности.

Другим необходимым условием составления предупреждений является формирование большого содержания вредных веществ

в воздухе. Как бы не были неблагоприятны метеоусловия, нет необходимости составлять предупреждения 3-й или 2-й степени опасности, если в данном городе уровень загрязнения воздуха низок и опасное содержание загрязняющих веществ не отмечается.

В соответствии с РД 52.04.306—92 [13] предупреждения всех трех степеней опасности составляют только в тех городах, где по данным за последние 2 года максимальная концентрация хотя бы одной из примесей ($q_м$) превышает 5 ПДК:

— при 3 ПДК $< q_м \leq$ 5 ПДК составляют предупреждения 1-й и 2-й степеней опасности,

— при ПДК $< q_м \leq$ 3 ПДК составляют предупреждения только 1-й степени опасности.

Если для города рассчитаны поля концентраций примесей в воздухе C, создаваемые за счет выбросов основных источников (такие поля рассчитывают при составлении сводных томов ПДВ), то наибольшие значения расчетной концентрации на территории города $C_н$ учитывают, устанавливая число степеней опасности предупреждений. При этом следует иметь в виду, что C относится к НМУ нормального типа, и ее наибольшие значения $C_н$ должны быть меньше $q_м$ в 2,0—2,5 раза.

В ряде случаев поле C рассчитывают для примесей, концентрацию которых не измеряют.

Предупреждения различных степеней опасности предлагается составлять в зависимости от значений $C_н$ на территории города:

— если $C_н >$ 2 ПДК, то составляют предупреждения всех трех степеней опасности;

— если 2 ПДК $\geq C_н >$ ПДК, то составляют предупреждения двух степеней;

— если ПДК $\geq C_н >$ 0,3 ПДК, то составляют предупреждения одной степени.

В то же время не на всех предприятиях, а также не на всех производствах и отдельных источниках выбросов на данном предприятии следует выполнять мероприятия в соответствии со степенью опасности предупреждения. Следует учитывать вклад того или иного источника выбросов в создание уровня загрязнения воздуха в городе и устанавливать число режимов работ в периоды НМУ для отдельных источников, групп источников и предприятий. С этой целью для каждого источника учитывают значения $C_м$, а в случае если жилые кварталы расположены на расстоянии больше $X_м$ от источника выбросов — учитывают $C_{мX}$.

На предприятии (или на отдельном источнике выбросов) работы по различным режимам в зависимости от степени опасност-

ти предупреждений в периоды НМУ при соблюдении указанных в данном разделе условий проводят в следующих случаях:

— по всем трем режимам (при наличии предупреждений всех трех степеней опасности) проводят только тогда, когда $C_м$ или $C_{мX}$ превышают ПДК,

— по двум режимам (при наличии предупреждений двух степеней опасности) — если $C_м$ или $C_{мX}$ превышают 0,3 ПДК.

Условия, по которым устанавливают число режимов работ для конкретных предприятий и отдельных источников выбросов, приведены в табл. 2.1.

Когда в городе имеются данные о $q_м$ и C, то две или три степени опасности предупреждений устанавливают, если критерии, указанные в табл. 2.1, удовлетворяют хотя бы одной из этих характеристик.

Таким образом, если в городе объявляется предупреждение 3-й степени опасности, то, во-первых, работы по III режиму в периоды НМУ проводят только на тех предприятиях и на тех источниках выбросов, с которыми связано значение $C_м >$ ПДК или (в случае, когда расстояние между жилыми кварталами и источником выбросов больше, чем $X_м$) $C_{мX} >$ ПДК. Кроме того, мероприятия по регулированию выбросов проводят только на тех источниках, которые входят в соответствующую группу.

Изложенные положения позволяют предварительно установить число режимов работ в периоды НМУ для каждого источника выбросов, расположенного на территории предприятия. Такую работу проводят непосредственно на каждом предприятии.

При отсутствии расчетных значений $C_м$ ($C_{мX}$) число режимов работ на предприятии устанавливают по имеющимся данным об источниках выбросов.

Для тех отдельных источников, которые значительно загрязняют воздушный бассейн, при решении вопроса о необходимости

Таблица 2.1

Число степеней опасности предупреждений и режимов работ при НМУ для отдельных источников выбросов вредных веществ в атмосферу

Число степеней опасности предупреждений (режимов работ)	$q_м$	$C_н$	$C_м$ ($C_{мX}$)
1	3 ПДК $\geq q_м >$ ПДК	ПДК $\geq C_н \geq$ 0,3 ПДК	Независимо
2	5 ПДК $\geq q_м >$ 3 ПДК	2 ПДК $\geq C_н \geq$ ПДК	$C_м \geq$ 0,3 ПДК $C_{мX} \geq$ 0,3 ПДК
3	$q_{макс} >$ 5 ПДК	$C_н >$ 2 ПДК	$C_м >$ ПДК $C_{мX} >$ ПДК

установить два или три режима работ при наличии данных специально рассчитывают $C_м$ и $C_{мX}$ по формулам ОНД—86 [5].

Чтобы оптимально организовать работы по защите атмосферы в периоды НМУ для условий промышленного города, задачу установления числа режимов работ дополнительно решают в общем виде. С этой целью число указанных режимов определяют для выделенных групп источников отдельно для каждой примеси. Основой для этого является установленное число режимов для каждого источника соответствующей группы с учетом выбрасываемой примеси [17]. Результаты такой разработки, выполненной по материалам г. Уфа, приведены в табл. 2.2.

Данные, приведенные в табл. 2.2, позволяют сделать практические выводы, которые можно непосредственно использовать в оперативной практике прогнозов.

Для случая г. Уфа можно сформулировать следующие рекомендации:

1) на источниках выбросов I и II групп (высоких источниках), за исключением тех, которые выбрасывают в атмосферу диоксид серы, мероприятия в периоды действия предупреждений проводят только по I режиму, независимо от степени неблагоприятности метеорологических условий;

Таблица 2.2

Число степеней опасности предупреждений для выделенных групп источников и отдельных примесей

Примесь	Группа источников					
	I	II	III	IV	V	VI
Пыль	1	—	1	2	3	2
Диоксид серы	2	—	3	3	3	1
Диоксид азота	1	1	2	1	3	1
Аммиак	—	—	1	3	3	2
Сероводород	1	—	1	—	3	—
Фенол	1	—	1	3	3	2
Углеводороды	1	1	1	1	3	3
Толуол	—	—	1	2	3	1
Ксилол	—	—	1	2	3	3
Ацетон	—	—	1	3	3	3
Изопропилбензол	—	1	—	—	3	1
Перхлорэтилен	—	—	—	2	2	—
Этилацетат	—	—	1	2	3	1
Бутиловый спирт	—	—	1	2	3	3
Едкий натр	—	—	—	3	3	1
Хлороформ	—	—	—	—	3	—
Марганец	—	—	—	1	3	—

2) на источниках выбросов III группы (средней высоты с горячими выбросами), не выбрасывающих в атмосферу диоксиды серы и азота, мероприятия в периоды НМУ проводят только по I режиму;

3) на источниках IV группы (средней высоты с холодными выбросами), выбрасывающих различные, в том числе специфические, примеси (за исключением диоксида азота, углеводородов и марганца), мероприятия в периоды НМУ проводят по трем или двум режимам;

4) на низких источниках, выбрасывающих в атмосферу различные примеси, мероприятия в периоды НМУ в основном проводят по всем трем режимам.

Предварительное установление числа режимов работ в периоды НМУ для отдельных предприятий и производств, а также для отдельных источников позволяет более четко и направленно разрабатывать планы мероприятий по регулированию выбросов и выполнять их на практике в периоды действия предупреждений.

3. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА В ПЕРИОДЫ НМУ

Защита атмосферы от загрязнения выбросами автотранспорта приобретает в настоящее время огромное значение. В ряде городов эта проблема является главной в обеспечении чистоты воздушного бассейна, что связано со всевозрастающим вкладом выбросов автотранспорта в создание уровня загрязнения воздуха. Выбросы автотранспорта являются рассредоточенными и поступают в атмосферу на малой высоте. Именно они дают наибольший вклад в создание уровня загрязнения приземного слоя воздуха.

Согласно данным официальных источников, около половины выбросов в атмосферу на территории города поступает от автотранспорта. Однако следует отметить то обстоятельство, что в большинстве городов РФ до сих пор не инвентаризированы выбросы индивидуального автотранспорта, численность которого бурно растет. Так, например, если в 1985 г. в Санкт-Петербурге было менее 200 тыс. индивидуальных автомашин, то в 2002 г. их стало в 6 раз больше — порядка 1,2 млн.

В таких крупных городах, как Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Калининград, Краснодар, Ростов-на-Дону, Смоленск, Астрахань, Тамбов, Новороссийск, Белгород, Екатеринбург и др., где выбросы индивидуального автотранспорта инвентаризированы, установлено, что доля выбросов автотранспорта в суммарных выбросах достигает 80 % и более.

Разработанные и используемые на сети Росгидромета методы прогноза загрязнения воздуха уже в настоящее время можно использовать в системе работ по защите воздушного бассейна от выбросов автотранспорта в периоды НМУ. Поэтому, учитывая исключительную практическую важность данного вопроса, следует повсеместно обеспечить составление предупреждений для автотранспорта и реальное выполнение мероприятий по предотвращению опасного увеличения содержания вредных веществ в воздухе.

В то же время некоторые случаи опасного загрязнения воздуха за счет таких выбросов предсказать невозможно. Это в первую очередь касается тех случаев, когда значительный рост содержания вредных веществ отмечается на отдельных улицах при относительно невысоком уровне загрязнения воздуха по городу в целом [15].

Эффективность работ можно существенно увеличить при детализации прогнозов и предупреждений с учетом вклада выбросов автомашин на конкретных улицах в создание уровня загрязнения воздуха. Детализация касается как прогнозов по городу в целом, так и прогнозов для отдельных магистралей и групп магистралей.

3.1. Прогноз по городу в целом

Для прогноза по городу в целом разрабатывают прогностические схемы для тех примесей, которые содержатся в выбросах автомашин. Такие схемы можно использовать в дополнение к проводящимся в настоящее время работам по прогнозу загрязнения воздуха в городе. Их следует применять для специализированного обслуживания автотранспорта, при этом обнаруживаются создаваемые выбросами автомашин опасные уровни загрязнения воздуха, не прослеживающиеся в случае общего прогнозирования.

Наиболее целесообразно разрабатывать схемы прогноза параметра P (или другого интегрального показателя), относящегося к диоксиду азота (NO_2). Данные по NO_2 наиболее надежны, концентрацию этой примеси, как правило, измеряют на всех постах, расположенных на территории города.

Можно использовать и схемы, составленные по данным о концентрациях оксида углерода (CO) в воздухе.

В ряде случаев целесообразно разрабатывать схемы прогноза параметра P, рассчитанного для совокупности двух примесей – NO_2 и CO. В первую очередь это необходимо, когда в городе число измерений концентрации одной примеси в течение дня недостаточно для расчета ежедневных значений P. В соответствии с РД 52.04.306—92 [13] для расчета требуется, чтобы число измеренных концентраций в течение дня превышало 20.

Если число измерений концентрации NO_2 и CO в течение дня меньше 20, то невозможно разработать статистические схемы прогноза, относящиеся к автотранспорту. В этом случае для обслуживания автотранспорта используется прогноз параметра P по совокупности примесей, которая включает в себя NO_2 и CO.

Статистические схемы прогноза загрязнения воздуха по городу в целом, создаваемого выбросами автотранспорта, разрабатывают в соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13]. Опыт таких разработок имеется для городов Санкт-Петербург Уфа и др. Эти схемы оказались достаточно эффективными.

3.2. Прогноз для отдельных автотрасс и групп автотрасс

Формирование высоких уровней загрязнения воздуха в городе за счет выбросов автотранспорта связано с несколькими факторами:

— приземными инверсиями при слабом ветре (застоем воздуха);

— слабым ветром, направленным вдоль автотрасс (с отклонением от направления трассы не более 30°);

— туманами;

— высоким уровнем загрязнения воздуха по городу в целом.

НМУ для разных улиц близки, а их различия можно связать только с направлением ветра, причем этот фактор в большинстве случаев не является решающим. Поэтому, разделяя автотрассы на группы, учитывают только загрязнение воздуха, которое связано с выбросами автомашин на той или иной улице.

В соответствии с положениями руководящих документов предупреждения трех степеней опасности передают потребителям, если в заданном городе измеренные максимальные концентрации примесей в воздухе $q_м > 5$ ПДК. Но при этом, если задачу решают для автотранспорта, то предупреждения различных степеней опасности относятся только к улицам с наиболее напряженным движением автомашин и зависят от $q_м$:

— при $q_м \geq 5$ ПДК передают предупреждения трех степеней опасности;

— при 5 ПДК $> q_м \geq 3$ ПДК передают предупреждения двух степеней.

При наличии измерений указанные значения $q_м$ являются основанием для разделения автрасс на группы. Однако измерения невозможно проводить на каждой улице и на всех их участках. Поэтому на основе выполненных исследований автотрассы разделены на группы с учетом только интенсивности движения и ширины улиц:

— к 1-й группе относятся трассы, на которых интенсивность движения превышает 2500 автомобилей в час (а/ч) независимо от ширины, а также трассы, на которых интенсивность более 1500 а/ч при ширине улицы менее 25 м. На таких магистралях возможность формирования опасных концентраций примесей в воздухе наиболее велика;

— ко 2-й группе относятся трассы с интенсивностью движения 1500—2500 а/ч при ширине более 25 м и с интенсивностью движения 500—1500 а/ч при ширине менее 25 м;

— к 3-й группе относятся все остальные трассы. На трассах 3-й группы концентрации примесей в воздухе, создаваемые автотранспортом, сравнительно малы.

При таком разделении составляют следующие предупреждения:

— для улиц 1-й группы следует составлять предупреждения трех степеней опасности,

— для улиц 2-й группы — двух степеней,

— для улиц 3-й группы — одной степени.

Для выделенных групп различна частота составления предупреждений. В проекте методических указаний [6] (см. раздел 12) предложено увеличить в городах и районах с наиболее высоким уровнем загрязнения воздуха частоту передачи предупреждений 1-й степени опасности в среднем с 10 до 25 %, 2-й степени — с 2 до 5 %, 3-й степени — до 2 %. Это положение рекомендуется использовать применительно к наиболее напряженным автотрассам, в зоне которых создаются концентрации вредных веществ, значительно превышающие ПДК.

При установлении комплексов НМУ необходимо учитывать, что автомагистраль представляет собой отдельный низкий линейный источник выбросов вредных веществ в атмосферу. Выбросы автомашин создают высокий уровень загрязнения воздуха непосредственно на улице и в зоне шириной 10—50 м, прилегающей непосредственно к проезжей части. С удалением от магистрали концентрации примесей в воздухе убывают, а на расстоянии 100 м и более вклад данной автомагистрали становится не существенным.

Следует отметить, что большие концентрации примесей на данной улице могут создаваться и при относительно низком загрязнении воздуха по городу в целом. Наряду с этим необходимо учитывать, что выбросы автомобилей на многих магистралях перемешиваются и участвуют в создании фонового загрязнения воздуха на территории города.

Комплексы НМУ, на которых основано составление предупреждений различных степеней опасности для групп автотрасс приведены в табл. 3.1.

В табл. 3.1 высокий уровень загрязнения воздуха характеризуется значением $P > 0{,}35$, а экстремально высокий — значением $P > 0{,}5$. Указанные значения P приняты для многих городов они наиболее характерны как критерии.

Если в дополнение к указанным комплексам ожидается туман, то степень опасности предупреждения увеличивается на 1

Сочетанием указанных положений и определяется необходимость составлять предупреждения одной из трех степеней опасности для автотрасс 1-й группы, одной из двух степеней — для автотрасс 2-й группы, одной степени — для автотрасс 3-й группы

Таблица 3.1

Комплексы НМУ и условия составления предупреждений для автотрасс различных групп

Группа автотрасс	Степень опасности	Повторяемость предупреждений, %	Элемент комплекса НМУ			
			Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Характеристика термической устойчивости	Параметр P
I	1-я	25	2—4	Вдоль трассы ±30°		<0,35
			0—1		Приземная инверсия	<0,35
						≥0,35
	2-я	5	2—4	Вдоль трассы ±30°	Приземная инверсия	<0,35
			0—1		«	≥0,35
			2—4	Вдоль трассы ±30°		≥0,35
						≥0,50
	3-я	2	2—4	Вдоль трассы ±30°		≥0,50
			0—1		Приземная инверсия	≥0,50
			2—4	Вдоль трассы ±30°	«	≥0,35
II	1-я	10	2—4	Вдоль трассы ±30°	«	<0,35
			2—4	Вдоль трассы ±30°		≥0,35
			0—1		«	≥0,35
	2-я	2	2—4	Вдоль трассы ±30°	«	≥0,35
						≥0,50
III	1-я	10	2—4	Вдоль трассы ±30°	Приземная инверсия	≥0,35
			0—1		«	≥0,35
						≥0,50

Практические рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс сводятся к следующему.

3.2.1. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс первой группы

1. Прогноз высокого уровня загрязнения воздуха по городу в целом ($P > 0{,}35$), независимо от других факторов является основанием для составления предупреждений по крайней мере 1-й степени опасности.

2. Если наряду с ожидаемым $P > 0{,}35$ прогнозируется одно из трех неблагоприятных положений (застой, слабый ветер вдоль магистрали или туман), то дают предупреждение 2-й степени опасности. Если же при этом ожидается слабый ветер вдоль магистрали и приземная инверсия, то составляют предупреждение 3-й степени.

3. Прогноз экстремально высокого уровня загрязнения воздуха по городу в целом ($P > 0{,}5$) независимо от других факторов является основанием для составления предупреждений 2-й степени опасности.

4. Если при ожидаемом $P > 0{,}5$ прогнозируется хотя бы одно из установленных неблагоприятных положений, то составляется предупреждение 3-й степени опасности.

3.2.2. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс второй группы

1. Если ожидается $P > 0{,}35$ и один из неблагоприятных комплексов (застой или слабый ветер вдоль трассы), то составляют предупреждение 1-й степени опасности. Если же при ожидаемом $P > 0{,}35$ прогнозируется слабый ветер вдоль трассы и приземная инверсия, то составляют предупреждение 2-й степени опасности.

2. Предупреждения 1-й степени опасности составляют и при относительно низком уровне загрязнения воздуха по городу в целом ($P \leq 0{,}35$), когда слабый ветер вдоль трассы сопровождается приземной инверсией или туманом.

3. Если ожидается экстремально высокий уровень загрязнения воздуха по городу в целом ($P > 0{,}5$), то независимо от прогностических метеорологических условий составляют предупреждения 2-й степени опасности.

Предупреждения 3-й степени опасности для автотрасс 2-й группы не составляют.

3.2.3. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс третьей группы

1. Для этой группы автотрасс составляют предупреждения только 1-й степени опасности. Основанием для этого может быть ожидаемое значение $P > 0{,}5$, либо штиль или слабый ветер вдоль трассы в сочетании с приземной инверсией или туманом, если при этом $P > 0{,}35$.

На основе полученных прогностических положений уже в настоящее время целесообразно приступить к организации адресного прогнозирования загрязнения воздуха и составления предупреждений для автотранспорта.

4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕПОЛНЫХ ДАННЫХ О ПАРАМЕТРАХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

На многих предприятиях, существенно загрязняющих воздушный бассейн городов, отсутствуют полные данные о параметрах источников выбросов вредных веществ в атмосферу. Далее приведены рекомендации по составлению для таких предприятий предупреждений о возможном опасном увеличении содержания примесей в воздухе за счет их выбросов.

Как следует из разделов 2 и 3, для организации работ по предупреждению и предотвращению высоких уровней загрязнения воздуха, формирующихся за счет выбросов предприятий необходимо решить две задачи:

1) разделить источники загрязнения на группы и установить комплексы НМУ для выделенных групп;

2) оценить вклад производств и отдельных источников на территории предприятия в создание уровня загрязнения воздуха и определить на этой основе число степеней опасности предупреждений и соответственно число режимов работ в периоды НМУ для каждого источника выбросов.

Решение первой задачи в большинстве случаев не представляет трудностей и при отсутствии на предприятии полных данных о выбросах.

Чтобы разделить источники выбросов на группы на основе учета комплексов НМУ, в соответствии с разработанными рекомендациями используют два параметра:

1) высоту источника H,

2) температуру выходящих газов T.

Предложены критерии, позволяющие отнести источник к той или иной группе с учетом значений H:

— если $H > 50$ м, то источник относят к высоким;

— если $50 \geq H \geq 20$ м, то источник относят к источникам средней высоты;

— если $H < 20$ м, то источник относят к низким.

Выбросы относят к нагретым или холодным в соответствии с ОНД—86 [5] на основании параметра f:

$$f = 10^3 \, w_0^2 \, D/(H^2 \, \Delta T), \qquad (4.1)$$

где w_0 — скорость выхода дымовых газов из устья источников выбросов, м/с; D — диаметр устья источника (трубы), м; H —

высота источника над уровнем земли, м; ΔT — разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха, °С.

При $f \leq 100$ выбросы относят к нагретым, при $f > 100$ (или при $\Delta T \approx 0$) — к холодным.

При отсутствии необходимых данных выбросы относят к горячим или холодным с учетом температуры выходящих газов T. Предложено считать выбросы горячими, если $T > 40$ °С, холодными — при $T \leq 40$ °С.

С учетом указанного составлена табл. 4.1, на основе которой устанавливают группу для каждого отдельного источника.

Таблица 4

Определение группы для каждого источника по данным о геометрической высоте H и температуре выходящих газов T

Группа источников	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я и 6-я
H м	>50	>50	20—50	20—50	<20
T °С	>40	≤40	>40	≤40	Независимо

Данные о параметрах H и T подразделения Росгидромета запрашивают у предприятий, на которых они всегда имеются. При отсутствии тома ПДВ значения H и T определяют специалисты предприятия.

Комплексы НМУ для типовых групп источников выбросов установлены и приведены в разделе 2.

При составлении томов ПДВ для каждого источника рассчитывают опасную скорость ветра $U_м$, которой соответствует максимальная расчетная концентрация примеси в воздухе. При наличии расчетных значений $U_м$ комплексы НМУ для выделенных групп источников уточняют с учетом этих значений. При их отсутствии типовые комплексы НМУ являются основой для составления предупреждений.

Таким образом, предупреждения можно составлять практически для любого предприятия независимо от полноты данных.

Чтобы определить число степеней опасности предупреждений и режимов работ в периоды НМУ применительно к отдельным источникам выбросов, учитывают два положения:

1) уровень загрязнения воздуха в городе;

2) концентрации примесей в воздухе, создающиеся непосредственно данным источником на городской территории.

Как отмечено в разделе 2, предупреждения трех степеней опасности составляют в двух случаях:

1) если в городе измеренные за последние 2 года максимальные концентрации примесей в воздухе $q_м > 5$ ПДК,

2) если наибольшие расчетные концентрации примесей на городской территории $C_н > 2$ ПДК за счет действия множества источников.

При выполнении второго условия данный конкретный источник работает в периоды НМУ по трем режимам только в том случае, когда за счет его выбросов в жилых кварталах наибольшая расчетная концентрация $C_{мX} >$ ПДК.

Предупреждения двух степеней опасности составляют, когда

$$5 \text{ ПДК} \geq q_м > 3 \text{ ПДК} \quad \text{или} \quad 2 \text{ ПДК} \geq C > \text{ПДК}.$$

Дополнительным условием для работы данного конкретного источника по двум режимам в периоды НМУ является значение $C_{мX} \geq 0{,}3$ ПДК.

Сложившийся уровень загрязнения воздуха в городе уже позволяет получить определенные представления о числе необходимых степеней опасности предупреждений. Окончательно это число устанавливают на основе учета расчетной концентрации $C_{мX}$ в жилых кварталах за счет выбросов данного источника. Расчетную концентрацию $C_{мX}$ определяют, используя графики и формулы из раздела 2 ОНД—86 [5], по значениям расчетной максимальной концентрации примеси в воздухе $C_м$ и расстояния от источника $X_м$, к которому относится $C_м$.

При составлении томов ПДВ эти параметры, а также опасную скорость ветра $U_м$ рассчитывают на ПЭВМ по специальным программам, результаты расчетов можно распечатать.

Следует заметить, что $X_м$ всегда можно определить приблизительно исходя из того, что для источников с горячими выбросами $X_м \approx 20H$, с холодными — $X_м \approx (5...10)H$, где H — высота источника.

При отсутствии полных данных о параметрах выбросов на предприятии проводят следующую работу:

— сначала устанавливают примеси, которые поступают в атмосферу из данного источника;

— затем с учетом максимальных измеренных концентраций этих примесей в воздухе $q_м$ на территории города устанавливают максимально возможное число степеней опасности предупреждений и режимов работ в периоды НМУ. Это в ряде случаев позволяет сделать вывод о том, что данный источник работает при НМУ только по одному или по двум режимам.

Конкретное решение вопроса о числе режимов работы принимают непосредственно на предприятии с участием специалистов-метеорологов на основе имеющихся данных о загрязнении воздуха производствами и отдельными источниками.

5. ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГОРОДОВ

При расположении крупного предприятия далеко за пределами города вредное воздействие его выбросов на воздух в жилых кварталах значительно уменьшается. Тем не менее по ряду причин необходимо учитывать такие выбросы в работах по обеспечению чистоты атмосферы в периоды НМУ.

Обычно за пределами города расположены наиболее крупные предприятия, имеющие сотни источников выбросов, в том числе выбросов тех вредных специфических примесей, для которых малы значения ПДК. При наложении выбросов многих источников таких предприятий и их переносе на жилые кварталы сохраняется определенное влияние на воздушный бассейн города, особенно в периоды НМУ.

Такой элемент комплексов НМУ, как приподнятая инверсия приводит к увеличению уровня загрязнения воздуха чаще в районах, расположенных далеко от источника, чем в районах, удаленных от источника на расстояние, близкое к $X_м$.

Принято считать большим такое расстояние от источника, когда предприятие расположено не менее чем за 10 км от города. Однако в данном случае правильнее оценивать расстояние не километрами, а отрезками, кратными $X_м$. При этом расстояние, которое следует считать большим, различается для разных источников.

На больших расстояниях от предприятия с удалением от источников выбросов постепенно снижается влияние на уровень загрязнения воздуха таких параметров источников, как высота температура выходящих газов и др. Главным влияющим фактором здесь становится количество поступающих в атмосферу вредных веществ M. Указанный эффект проявляется на расстоянии от источника более $10X_м$.

В то же время сохраняется влияние метеорологических условий на уровень загрязнения воздуха в городе, созданный предприятиями, расположенными за его пределами, хотя характер такого влияния отличается от случая, когда предприятие расположено непосредственно в городе.

С удалением от источника увеличивается значение опасной скорости ветра $U_м$. На расстоянии $10X_м$ оно составляет около $2U_м$. При этом теснота связей между скоростью ветра и концентрациями примесей снижается.

Если же расстояние от источника до жилых кварталов города больше $10X_м$, то влияние скорости ветра практически не про-

слеживается. В этом случае главными оказываются два метеорологических фактора:

1) направление ветра;

2) термическая стратификация в пограничном слое атмосферы, в первую очередь характеристики приподнятых и приземных инверсий.

При организации работ по защите атмосферы от загрязнения на предприятии, расположенном далеко за пределами города, целесообразно предварительно исключить из рассмотрения источники выбросов, которые практически не вносят вклада в создание уровня загрязнения воздуха на городской территории. Для этого учитывают значения расчетных концентраций примесей C в жилых кварталах за счет каждого источника выбросов на рассматриваемом предприятии.

В крупных промышленных городах (Череповец, Магнитогорск, Уфа и др.) основной вклад в создание уровня загрязнения воздуха вносят низкие источники выбросов в связи с попаданием примесей в атмосферу на малой высоте. Несколько неожиданный вывод, полученный при решении данной задачи, заключается в том, что и на далеком расстоянии от предприятий основной вклад также могут давать низкие источники. Это те источники, с которыми связаны очень большие значения $C_м$ на территории самих предприятий (до 100 ПДК и более).

Необходимые оценки выполнены по материалам промышленных предприятий г. Уфа. Подробнее проанализированы данные Уфимского нефтеперерабатывающего завода (УНПЗ). При этом предполагалось, что предприятие удалено от жилых кварталов на 10 км.

Рассмотрены 103 источника, расположенные на территории УНПЗ и выбрасывающие в атмосферу SO_2, NO_2, H_2S, CH, фенол, толуол и ксилол. Рассчитаны концентрации примесей в воздухе на расстоянии 10 км от предприятия. Принято условно, что мероприятия по регулированию выбросов проводят на источниках, которым на указанном расстоянии соответствует расчетная концентрация $C_{мX} \geq 0{,}05$ ПДК. Следует указать, что это является весьма жестким критерием. Однако и в данном случае из 103 источников остается 20. Остальные источники исключены из рассмотрения. Из 20 оставшихся источников выбросов 17 оказались низкими и отнесены к 5-й группе. Только 2 из них, выбрасывающие в атмосферу SO_2, являются высокими.

Эти же особенности характерны и для таких промышленных предприятий г. Уфа, как АО «Уфанефтехим», Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод (НУНПЗ), завод синтетического спирта и др.

Целый ряд низких источников с очень большими значениями $C_м$, расположенных на территории предприятий г. Уфы ($X_м = 11...60$ м), имеют на расстоянии 10 км расчетные концентрации до 0,10—0,15 ПДК. При аномальных НМУ и наложении выбросов от многих источников здесь формируются концентрации вредных примесей, превышающие ПДК. Такое положение может иметь место и в других промышленных городах.

Высокие источники также могут определять уровень загрязнения воздуха на большом расстоянии от предприятия, однако, как показали оценки, их вклад сравнительно мал.

Как отмечено в начале раздела 5, в рассмотренном случае снижается и постепенно исчезает влияние параметров источников выбросов на уровень загрязнения воздуха, и основное значение приобретает количество поступающих в атмосферу примесей M. Однако различия влияния метеорологических условий на концентрации примесей, создающиеся разными источниками, сохраняются, хотя характер комплексов НМУ отличается от общего случая.

При расположении предприятия на большом расстоянии от города разделение источников выбросов на группы и установление комплексов НМУ выполняют следующим образом:

1) в первую очередь выделяют группу высоких источников с горячими выбросами. Для таких источников расстояние до города может быть не больше $(5...6)X_м$. При этом комплексы НМУ будут мало отличаться от комплексов, установленных для общего случая. Учитывают увеличение значений опасной скорости ветра $U_м$ примерно в 1,5 раза, а также усиление влияния приподнятой инверсии на уровень загрязнения воздуха. Принято считать неблагоприятной высоту ее нижней границы $H_2 \leq 750$ м;

2) далее выделяют группу источников средней высоты с горячими выбросами. В эту группу (в связи с примерно одинаковыми комплексами НМУ) включены и высокие источники с холодными выбросами. Данная группа источников расположена на расстоянии $(15...20)X_м$ от городских кварталов. В этом случае практически исчезает зависимость загрязнения воздуха от скорости ветра в приземном слое U_0. Следует только исключить из числа дней с НМУ случаи с $U_0 \leq 2$ м/с. Чтобы учесть влияние приподнятой инверсии, в комплексы НМУ включают случаи с $H_2 \leq 500$ м;

3) наконец, в отдельную группу выделяют низкие источники ($H < 20$ м) и источники средней высоты ($H = 20..50$ м) с холодными выбросами.

Группы источников и соответствующие им комплексы НМУ приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Группы источников и комплексы НМУ при расположении предприятия далеко за пределами города

Группа источников	Ожидаемые метеорологические условия			
	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Вид инверсии и ее высота над уровнем земли
I. Высокие (выше 50 м) с горячими выбросами	НБН	5—15	Неустойчивая	Приподнятая до 750 м
II. Средней высоты (20—50 м) с горячими выбросами и высокие (выше 50 м) с холодными выбросами	НБН	≥3	Неустойчивая	Приподнятая до 500 м
III. Низкие ($H < 20$ м) и средней высоты (20—50 м) с холодными выбросами	НБН	≥2	Устойчивая или неустойчивая в нижнем слое до 200 м	Приземная или приподнятая до 200 м

Важным элементом комплексов НМУ для всех приведенных в табл. 5.1 групп источников является неблагоприятное направление ветра НБН. Очевидно, что негативное влияние выбросов вредных веществ на воздушный бассейн города может иметь место только при переносе примесей со стороны предприятия на городские кварталы.

Чтобы обеспечить чистоту воздушного бассейна в жилых кварталах, для предприятий, расположенных далеко от города, предложено на данном этапе ограничиться составлением предупреждений только первой степени опасности.

Полученные комплексы НМУ являются достаточным основанием для прогностического центра, чтобы составлять предупреждения. Учитывать прогностический уровень загрязнения воздуха по городу в целом (ожидаемое значение параметра P) в данном случае не следует в связи с расположением предприятия на большом расстоянии от городской территории.

Другой задачей, связанной с предприятиями за пределами городов, является охрана здоровья работников самих предприятий в периоды НМУ. Этому вопросу посвящен раздел 6 данного пособия.

6. ПРОГНОЗ ОПАСНЫХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

До настоящего времени задача предотвращения опасных уровней загрязнения воздуха в периоды НМУ решалась для жилых кварталов. В то же время на территории предприятий складываются значительно более опасные условия. Концентрации вредных веществ в воздухе могут быть существенно больше, чем в жилых кварталах, что представляет большую угрозу для здоровья работников предприятий. При этом следует отметить, что в промышленных городах значительная часть населения работает на предприятиях и проводит на их территории практически все рабочее время.

Так же, как и в жилых кварталах, наиболее опасные условия на промышленных площадках имеют место в периоды НМУ.

Возникает новая научная и практическая проблема — прогноз и предотвращение опасных уровней загрязнения воздуха на территории предприятий. Задача заключается в том, чтобы установить комплексы НМУ для источников на территории предприятий и разработать положения для составления предупреждений. На основе таких предупреждений предполагается предотвращать наиболее опасные для здоровья работников предприятий уровни загрязнения воздуха, формирующиеся в период НМУ.

Для промышленных площадок предприятий установлены более мягкие, чем для жилых кварталов, нормы качества воздуха — предельно допустимые максимально разовые концентрации рабочей зоны ($ПДК_{рз}$). Значения $ПДК_{рз}$ существенно больше соответствующих значений ПДК для жилых кварталов.

Для наиболее распространенных примесей $ПДК_{рз}$ могут в десятки раз превышать ПДК, а для некоторых специфических примесей — в сотни и тысячи раз. Важным, однако, является то обстоятельство, что концентрации вредных веществ в воздухе на территории предприятий во многих случаях значительно превышают и $ПДК_{рз}$.

В табл. 6.1 приведены данные о расчетных концентрациях C на предприятиях г. Уфа, выраженные в долях ПДК и $ПДК_{рз}$. Так, максимальные расчетные концентрации в воздухе $C_м$ таких примесей, как углеводороды, сероводород и NO_2, достигают 100—500 ПДК и 2—10 $ПДК_{рз}$. Особенно значительно превышение санитарно-гигиенических норм для взвешенных веществ. Их расчетные концентрации превышают ПДК до 800 раз, $ПДК_{рз}$ — до 80 раз.

Наибольшие концентрации вредных веществ в воздухе на территории предприятий в основном определяются выбросами из низких источников. Так, на 6 предприятиях г. Уфа 404 низких источника выбросов характеризуются значениями $C_м \geq$ ПДК, 126 из них характеризуются значениями $C_м \geq 10$ ПДК, а 45 из них характеризуются значениями $C_м \geq 50$ ПДК.

Рассмотренные низкие источники выбросов характеризуются небольшими значениями $X_м$ (расстоянием от источника, которое соответствует $C_м$) — от 10 до 100 м. Поэтому такие источники выбросов вредных веществ в атмосферу в первую очередь опасны для работников предприятий. В табл. 6.1 приведены значения X_1 — расстояния от источников, на котором расчетные максимальные концентрации $C_{мX}$ равны ПДК. Из табл. 6.1 видно, что значения $C_{мX}$, превышающие ПДК, относятся к расстояниям до 570—1700 м.

Близкие результаты получены при анализе материалов об источниках выбросов в городах Череповец и Магнитогорск. По-

Таблица 6.1

Характеристика низких источников выбросов на предприятиях г. Уфа, для которых $C_м > 20$ ПДК

Предприятие	Номер источника	Примесь	$C_м$		H м	$X_м$ м	X_1 м
			в долях ПДК	в долях $ПДК_{рз}$			
АО «Уфанефтехим»	271	Углеводороды	318	1,1	0	11,4	1000
	277	Сероводород	175	4,7	0	11,4	800
	290	«	132	3,5	0	11,4	800
		Углеводороды	373	1,2	0	11,4	1000
	291	Сероводород	110	2,9	0	11,4	570
		Углеводороды	337	1,1	0	11,4	1000
	295	«	508	1,7	0	11,4	1000
	358	NO_2	249	10,6	2	11,4	1000
НУНПЗ	264	Сероуглерод	123	3,3	4	4,8	340
УНПЗ	177	Сероводород	85	2,3	4	22,8	800
	309	NO_2	247	10,5	2	11,4	1000
Завод синтетического спирта	186	Фенол	76	2,5	9	22,5	740
	196	«	40	1,3	4	9,9	240
	273	NO_2	48	2,0	2	11,4	280
ПСО крупнопанельного домостроения	61	Взвешенные вещества	800	80,0	2	11,4	1000
	62	«	469	47,0	2	11,4	1000
Мотостроительное ПО, 1-я площадка	2	Марганец	23	2,3	6	134,0	1700

Примечание: X_1 — расстояние от источника, на котором расчетная концентрация $C_{мX}$ = ПДК.

видимому, такое положение характерно для промышленных городов РФ.

На большое содержание вредных веществ в воздухе над территорией предприятий указывают и имеющиеся данные измерений.

Можно принять, что для территорий промышленных предприятий характер НМУ в целом примерно такой же, как и для жилых кварталов. Это подтверждают экспериментальные данные, в первую очередь данные наблюдений на городских стационарных постах, расположенных непосредственно вблизи от предприятий.

Так, характер связей содержания вредных веществ в воздухе на одном из постов в г. Красноярске, расположенном около алюминиевого завода, со скоростью ветра и с положением инверсий оказался примерно таким же, как и для других постов города.

С характерными опасными метеорологическими условиями связан случай катастрофического загрязнения воздуха на одном из предприятий г. Новокуйбышевска в январе 2003 г. Концентрация SO_2 в воздухе на территории предприятия превысила ПДК в 160 раз, CO — в 54 раза, при этом $ПДК_{рз}$ была превышена соответственно в 80,0 и в 13,5 раза.

Данный случай отмечен при характерных для городов НМУ — при застойной ситуации и неблагоприятных синоптических условиях. Существенным здесь оказалось то обстоятельство, что одновременно значительно повысился уровень загрязнения воздуха по г. Новокуйбышевску в целом, хотя в жилых кварталах концентрации примесей не достигали опасных значений.

Устанавливая комплексы НМУ для источников, определяющих высокие уровни загрязнения воздуха на территории предприятий, в первую очередь рассматривают группу низких источников. В редких случаях большие концентрации примесей могут создаваться источниками средней высоты с холодными выбросами. Но в целом влияние указанных источников незначительно. Поэтому главное внимание при решении данной задачи уделяется основной группе низких источников.

Комплексы НМУ, установленные для жилых кварталов, примерно сохраняются для территории предприятий. Но в данном случае главным становится учет концентраций примесей, создаваемых каждым отдельным источником:

— для источников с $C_м > 50$ ПДК составляют предупреждения трех степеней опасности,

— для источников с 50 ПДК $\geq C_м > 10$ ПДК составляют предупреждения двух степеней,

— для источников с $C_м < 10$ ПДК составляют предупреждения только первой степени.

Таблица 6.2

Повторяемость дней с предупреждениями о высоких уровнях загрязнения воздуха различных степеней опасности на территории предприятий, %

Характеристика	$C_м$ ($C_{мХ}$) в долях ПДК					
	≥50			10—49		<10
Степень опасности предупреждения	1	2	3	1	2	1
Повторяемость, %	25	5	2	10	2	10

Предлагаемая повторяемость дней с предупреждениями различных степеней опасности приведена в табл. 6.2.

Поскольку наибольшие концентрации загрязняющих веществ создаются за счет выбросов низких источников, в основу взяты соответствующие этим источникам комплексы НМУ, приведенные в табл. 1.1 (предлагается учитывать НМУ, относящиеся к группе V низких источников). Элементами НМУ при этом являются:

— застой воздуха,

— неблагоприятные направления слабого ветра,

— туман,

— дымка.

Учитывается высокий уровень загрязнения воздуха по городу в целом ($P > 0{,}35$ или $P > 0{,}30$), а также неблагоприятная синоптическая ситуация.

В связи с использованием таких комплексов НМУ при оперативном составлении предупреждений необходимо сделать следующие пояснения:

1) неблагоприятные направления ветра НВН имеют место только при вытянутой форме зоны расположения наиболее загрязняющих атмосферу источников выбросов, когда отмечается наибольшее наложение выбросов. При отсутствии такого эффекта направление ветра не учитывают;

2) большие значения параметра P являются дополнительным указанием на общую неблагоприятную обстановку. Увеличение значения P в основном связано с воздействием многочисленных низких источников. Поэтому данный фактор учитывают в случае расположения предприятий как внутри города, так и за его пределами.

В связи с указанным, особенно при отсутствии данных об интегральном показателе загрязнения воздуха P в городе, принимая решение о составлении предупреждений различных степеней опасности, учитывают неблагоприятные синоптические ситуации. Очевидно, что установленные наиболее неблагоприятные

ситуации, которые приведены в публикациях [8—10], а также в разделе 8 данного пособия, представляют опасность для территорий промышленных предприятий.

Рекомендуется ввести специальное обслуживание потребителей, передавая им предупреждения о возможном возникновении опасных условий на промышленных площадках предприятий. Для этого наряду с передачей предупреждений для жилых кварталов (основным обслуживанием) предложено для работников предприятий составлять предупреждения об опасном скоплении примесей в воздухе непосредственно на промышленных площадках. При этом, как и в общем случае, составляют предупреждения трех степеней опасности, которым соответствуют три режима работ на предприятиях в периоды НМУ.

Основой для составления предупреждений и установления степени их опасности являются комплексы НМУ, которые описаны в работах [1, 7] и уточнения к которым приведены в табл. 1.1.

Предложено проводить мероприятия по регулированию выбросов только на тех источниках, для которых $C_м >$ ПДК. Число режимов работ для отдельных источников выбросов определяют исходя из следующих условий:

— три режима работ в периоды действия предупреждений относятся к источникам, для которых $C_м \geq 50$ ПДК;

— два режима работ относятся к источникам, для которых 50 ПДК $> C_м \geq 10$ ПДК;

— один режим работ относится к источникам, для которых 10 ПДК $> C_м >$ ПДК.

Число режимов работ для случаев жилых кварталов и территории предприятий может различаться.

Отсутствие для города предупреждений трех степеней опасности не означает, что такие предупреждения не следует составлять применительно к промышленным площадкам предприятий. Например, пусть в каком-либо городе 5 ПДК $\geq q_м >$ 3 ПДК, что предполагает составление предупреждений двух степеней опасности и соответственно два режима работ в периоды НМУ. В то же время некоторые низкие источники на предприятиях характеризуются значениями $C_м \geq 50$ ПДК. Тогда на указанных предприятиях работы в периоды НМУ проводят по трем режимам в соответствии с предупреждениями трех степеней опасности.

7. ПРОГНОЗ ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ И РЕГИОНАХ

Прогноз редко встречающихся экстремально высоких уровней загрязнения воздуха (ЭВУЗВ) является самостоятельной задачей. Постоянная оперативная работа по предупреждению и предотвращению случаев увеличения содержания вредных веществ в воздухе в связи с неблагоприятными метеорологическими условиями позволяет улучшить состояние воздушного бассейна в городах. Однако появляется необходимость более надежного прогноза случаев ЭВУЗВ, которые в крупных промышленных городах могут приобрести катастрофический характер. С указанными случаями связано наиболее опасное воздействие на здоровье населения и окружающую среду.

Для решения данной задачи специально анализируют редкие случаи (с повторяемостью не более 1—2 %) с наиболее высокими опасными уровнями загрязнения воздуха. По данным об интегральном показателе загрязнения воздуха P в городе выделено достаточное число случаев с ЭВУЗВ. Это удалось сделать благодаря наличию большого материала за ряд лет по многим городам.

При выборе экстремальных случаев для анализа наиболее неблагоприятных ситуаций важным является надежность каждого из них и уверенность в том, что уровень загрязнения воздуха действительно был высоким в каждом конкретном эпизоде. Для этого использованы два подхода, описанных далее.

7.1. Анализ территориального распределения загрязнения воздуха в городах

При этом подходе на синоптические карты по данным ряда городов были нанесены ежедневные значения параметра P, который является интегральной характеристикой относительного загрязнения воздуха. Значения этого параметра сопоставимы для различных городов, несмотря на возможные различия уровня загрязнения воздуха. При этом существенно то обстоятельство, что характер влияния метеорологических условий на уровень загрязнения воздуха в разных городах примерно одинаков даже при различиях в структуре выбросов и в расположении источников [9].

В тех городах, где часть источников находится за пределами жилых кварталов (например, в городах Омск, Уфа и др.), выяв-

ляются неблагоприятные направления ветра, но в остальном установленный характер зависимостей сохраняется.

На основе анализа территориального распределения параметра P выявлен ряд случаев формирования высоких уровней загрязнения воздуха в группе близлежащих городов [9, 16]. Такие случаи были исследованы в первую очередь.

Каждый отдельный эпизод с большими значениями P в нескольких близлежащих городах одновременно не может быть случайным. Так, если повторяемость значений $P \geq 0{,}3$ составляет 10 %, то случайность таких значений одновременно в трех соседних городах не более 0,1 %.

Для анализа использованы значения параметра P, рассчитанные по данным более чем 40 городов европейской части РФ, Урала и западных республик бывшего СССР за зимние и летние месяцы 1982—1984 гг.

Проанализировано более 400 карт, на которых территориальное распределение параметра P сопоставлено с синоптической ситуацией. На этих картах отобрано 56 случаев с ЭВУЗВ в регионе. К ним отнесены следующие случаи:

— когда значение $P \geq 0{,}4$ отмечено не менее чем в двух близлежащих городах;

— когда значение $P \geq 0{,}3$ отмечено в трех городах, из которых в одном $P \geq 0{,}4$;

— когда значение $P \geq 0{,}3$ отмечено не менее чем в четырех близлежащих городах.

Можно с достаточной уверенностью полагать, что в каждом из отобранных случаев реально имел место высокий уровень загрязнения воздуха в регионе.

7.2. Анализ ЭВУЗВ в отдельных городах

При этом подходе к ЭВУЗВ отнесены случаи с $P \geq 0{,}5$, а также с $P \geq 0{,}45$, если они имели место не менее 2 сут подряд (такие значения P обозначены $P_к$).

По данным обширного материала десятков городов за ряд лет удалось отобрать более 400 эпизсдов с ЭВУЗВ (значений $P_к$). Отобранный материал позволил провести статистический анализ эпизодов с ЭВУЗВ.

Выполненный анализ материалов для группы городов региона, а также редких случаев с ЭВУЗВ в отдельных городах позволил выявить наиболее неблагоприятные синоптические ситуации, которые способствуют возникновению ЭВУЗВ.

7.3. Анализ синоптических условий формирования ЭВУЗВ в городах и регионах

Для анализа синоптических условий формирования ЭВУЗВ применяют традиционный и весьма эффективный способ анализа [9]:

— на первом этапе отбирают дни с ЭВУЗВ;

— изучают синоптические ситуации, отмеченные в эти дни;

— далее установленные ситуации отбирают по всему использованному ряду и уточняют.

Необходимость уточнения связана с тем, что при выделенных ситуациях могли наблюдаться и пониженные уровни загрязнения. Выясняют, чем это можно объяснить.

На основе выполненного анализа подтвердились известные положения и получены новые результаты, связанные в первую очередь с условиями формирования ЭВУЗВ.

Определены синоптические ситуации, с которыми связаны наиболее высокие уровни загрязнения воздуха в городах:

— центральная область стационарного антициклона $А_{ст}$;

— устойчивый гребень со стороны сибирского максимума $Г_С$;

— антициклоническое ядро $А_г$, сформированное в гребне от сибирского максимума;

— устойчивое (не менее 2 сут) сохранение малоградиентного поля в барической седловине $М_с$ (в основном летом).

Выявлены другие неблагоприятные синоптические ситуации:

— антициклон А;

— гребень Г;

— малоградиентное поле в барической седловине М;

— периферия антициклона ПА. Зимой неблагоприятны только западная, северо-западная и северная периферии (ПАЗ, ПАСЗ и ПАС). Из этих ситуаций исключены случаи с большими градиентами давления, соответствующими скорости ветра более 5 м/с;

— слабый циклон (ложбина) $Ц_{сл}$;

— южная, юго-восточная и восточная далекие периферии обширного глубокого циклона Д.

Частично неблагоприятными являются южная, юго-восточная и восточная периферии циклона — соответственно ПЦЮ, ПЦЮВ и ПЦВ. Уровень загрязнения воздуха в городе при этих ситуациях может возрастать при небольших градиентах давления и при вялом развитии синоптических процессов.

Дополнительно выявлены особенности синоптических процессов, которые способствуют значительному увеличению уровня загрязнения воздуха в городе. К ним относятся:

— малоподвижный фронт, который расположен либо в малоградиентном поле, либо параллельно изобарам;

— теплая воздушная масса, наличие которой устанавливают на основе фронтального анализа и значений температуры воздуха в приземном слое. В холодную часть года высокие уровни загрязнения воздуха в городах формируются и в случае, когда воздушную массу в соответствии с фронтальным анализом можно отнести к теплой, но в приземном слое отмечается низкая температура воздуха (−10...−15 °С и ниже). При этом на значительной территории формируются мощные инверсионные слои;

— периферия обширного глубокого циклона, расположенная западнее, северо-западнее или севернее рассматриваемого города;

— область тепла или гребень тепла на карте $ОТ_{500/1000}$;

— туманы.

Эти особенности обычно имеют место при возникновении указанных неблагоприятных ситуаций и усугубляют опасность роста уровня загрязнения воздуха. Их можно также наблюдать и при других синоптических ситуациях.

Большую роль в формировании высоких уровней загрязнения воздуха играет инерционный фактор.

7.4. Прогностические правила

С учетом характера синоптических ситуаций, особенностей развития синоптических процессов, а также инерционного фактора сформулирован ряд правил для прогноза ЭВУЗВ. Правила относятся как к отдельному городу, для которого составляют прогноз, так и для всего региона, расположенного в зоне данной неблагоприятной ситуации.

Экстремально высокие уровни загрязнения воздуха могут формироваться в следующих условиях:

1) над рассматриваемым районом расположена центральная часть стационарного антициклона (рис. 7.1);

2) в области антициклона, гребня или барической седловины расположен малоподвижный атмосферный фронт (рис. 7.2);

3) малоподвижный фронт на периферии антициклона расположен параллельно изобарам или под небольшим углом к ним. Чаще всего такая ситуация имеет место в теплое время года на восточной периферии антициклона (рис. 7.3), а в холодное время года — на западной или северо-западной периферии антициклона;

4) антициклон или гребень находятся в теплой воздушной массе (рис. 7.4);

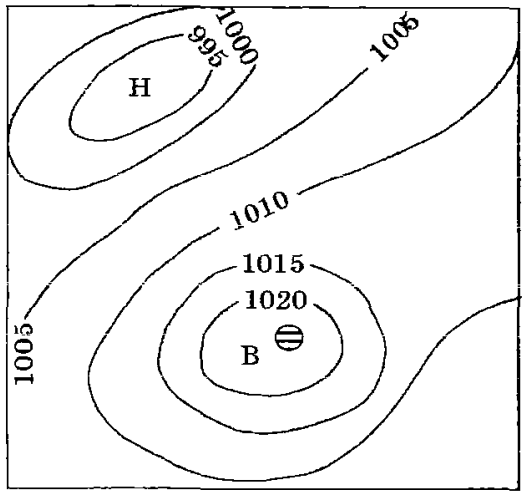

Рис. 7.1. Стационарный антициклон.

Здесь и далее: заштрихованный круг — расположение города.

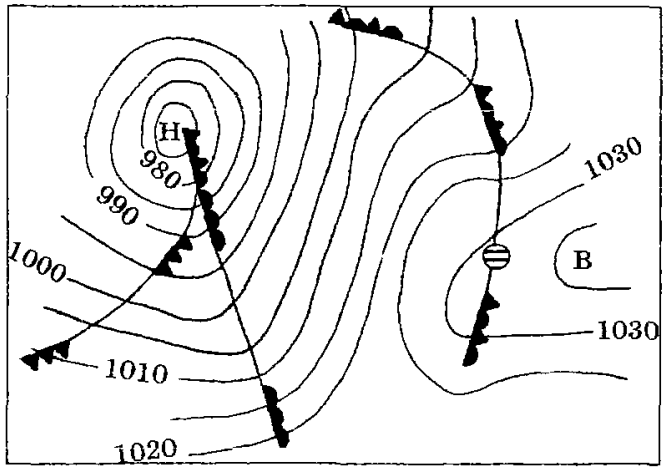

Рис. 7.2. Малоподвижный фронт в области антициклона (в более западных районах — юго-восточная периферия глубокого циклона).

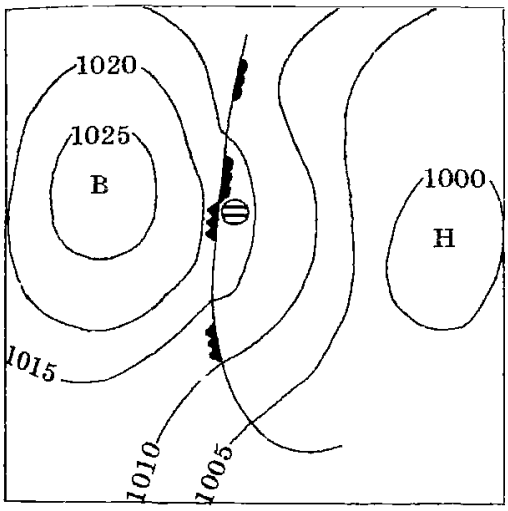

Рис. 7.3. Малоподвижный фронт на восточной периферии антициклона.

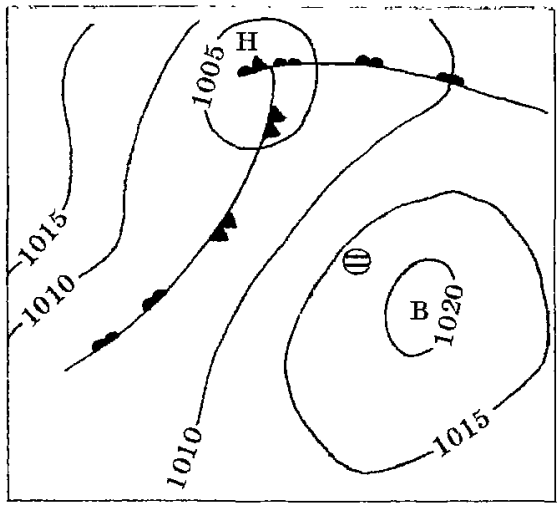

Рис. 7.4. Антициклон в теплой воздушной массе.

5) антициклоническое поле расположено в теплой воздушной массе в соответствии с фронтальным анализом, а температуры воздуха у земли низка (−10...−15 °С и ниже). В этом случае на значительной территории формируются мощные приземные инверсии. Наличие таких инверсий прослеживается при анализе фактических и ожидаемых значений температуры воздуха у поверхности земли и на уровне изобарических поверхностей AT_{92} и AT_{850};

6) данный город или регион расположены в области антициклона или гребня, а на прилегающие западные, северо-западные или северные районы распространяется периферия обширного глубокого циклона (см. рис. 7.2 и 7.5);

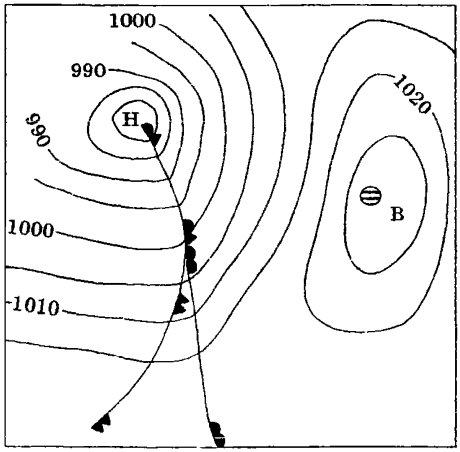

Рис. 7.5. Антициклон и периферия обширного глубокого циклона в более западных районах.

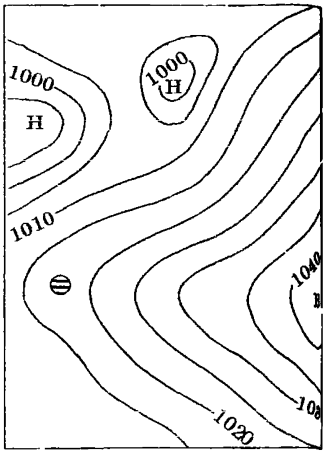

Рис. 7.6. Устойчивый гребень со стороны сибирского максимума

7)* гребень от сибирского максимума распространяется на район, занимаемый в предыдущий день западной или северо-западной периферией антициклона. Такой синоптический процесс может иметь место главным образом в холодное время года;

8)* в районе данного региона или города устойчиво сохраняется гребень от сибирского максимума (рис. 7.6);

9)* в гребне от сибирского максимума формируется ядро (рис. 7.7);

---

* Правила 7, 8 и 9 характерны для холодного времени года и относятся к европейской части РФ и к Уралу.

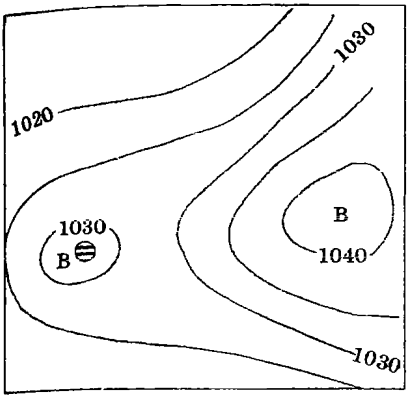

Рис. 7.7. Ядро в гребне от сибирского максимума.

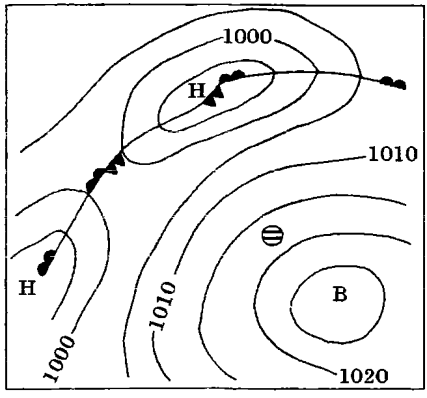

Рис. 7.8. Северо-западная периферия антициклона в сочетании с циклоничностью западнее и северо-западнее без распространения на район данного города.

10) антициклоном или гребнем охвачен район, в котором в предшествующий день высокий уровень загрязнения воздуха имел место на циклонической периферии;

11) над данным городом или регионом расположена западная или северо-западная периферия антициклона (при небольших градиентах давления, соответствующих скорости ветра не более 5 м/с), а в более западных районах активизируется циклоническая деятельность без распространения на рассматриваемый район (рис. 7.8);

12) антициклоническое поле распространяется на район, ранее занимаемый теплым сектором циклона в случае сохранения теплой воздушной массы;

13) на далекой периферии обширного и глубокого циклона (обычно на его восточной, юго-восточной или южной периферии) параллельно изобарам или под небольшим углом к ним расположен малоподвижный фронт (рис. 7.9);

14) далекая периферия обширного циклона распространяется на район, который накануне занимало антициклоническое поле и над которым отмечен высокий уровень загрязнения воздуха;

15) одной из выделенных неблагоприятных ситуаций предшествует высокий уровень загрязнения воздуха в данном городе ($P > 0{,}35$);

16) в теплом секторе неактивного циклона при небольших градиентах давления расположен медленно перемещающийся фронт окклюзии (рис. 7.10);

17) в теплом секторе неактивного циклона отмечается антициклоническая кривизна изобар.

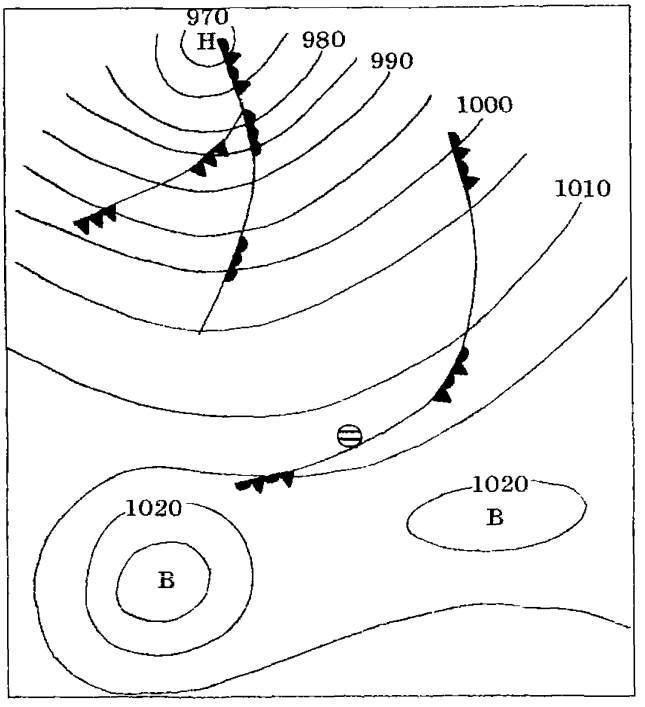

Рис. 7.9. Фронт расположен параллельно изобарам на далекой периферии обширного циклона.

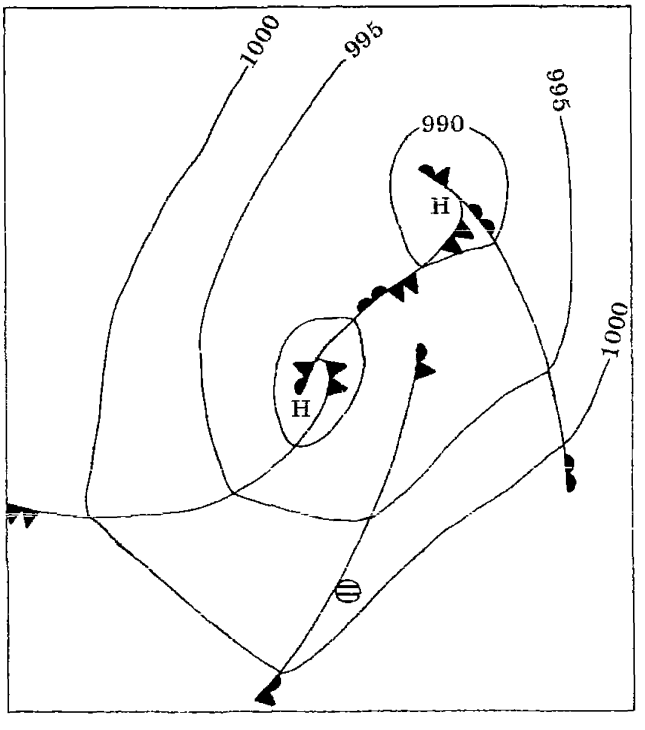

Рис. 7.10. Старый фронт окклюзии расположен в теплом секторе неактивного циклона (депрессии).

Эти ситуации получены главным образом на основе анализа синоптических процессов на европейской части РФ и на Урале. Однако в целом они характерны и для других регионов. Ситуация на рис. 7.11 в частности характерна для зимнего сезона в Сибири. Существенно, что ЭВУЗВ здесь более вероятны не в центральных областях антициклона (в зоне сибирского максимума), а на антициклонической периферии, к которой примыкает циклоническая циркуляция с выносом теплого воздуха.

Сформулированные прогностические правила можно использовать для прогноза ЭВУЗВ в регионе и в отдельных городах. Для оперативного прогнозирования ЭВУЗВ специально разрабатываются схемы прогноза как для региона, так и для отдельных городов.

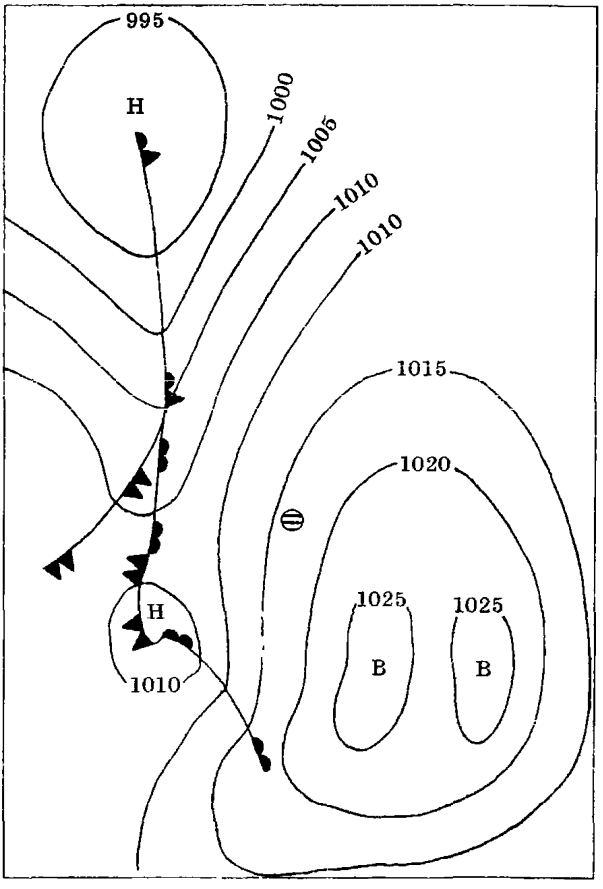

Рис. 7.11. Неблагоприятная ситуация, характерная для холодной части года в западно-сибирском регионе — активизация циклонической деятельности северо-западнее сибирского антициклона.

7.5. Схемы прогноза загрязнения воздуха в регионе

Схемы можно разработать в любом регионе при наличии ряда ежедневных значений параметра P не менее чем в шести—восьми городах. Для разработки схемы проводят специальный синоптический анализ загрязнения воздуха в данном регионе. Однако поскольку характер зависимостей в разных регионах примерно одинаков, можно использовать уже имеющиеся результаты синоптического анализа [14, 16].

Схемы прогноза загрязнения воздуха по всему региону можно использовать для оценки общего состояния воздушного бассейна в обслуживаемых городах, особенно когда возникает угроза формирования ЭВУЗВ.

Далее приведены примеры схем прогноза, разработанных для Урала, в том числе для Республики Башкортостан. Разработки выполнены по материалам за зимние сезоны 1982—1984 гг. Использованы данные городов Пермь, Екатеринбург, Нижний Тагил, Челябинск, Магнитогорск, Уфа, Стерлитамак и Салават.

При разработке схем использованы два предиктора:

1) синоптический предиктор применительно к региону $S_{пг}$,

2) показатель исходного уровня загрязнения воздуха в регионе ЗВ′.

Следует заметить, что при разработке прогностической схемы для региона затруднительно применять в качестве предикторов обычные метеорологические элементы. Однако вследствие высокой значимости включение в схему только указанных двух предикторов обеспечивает необходимую эффективность.

Для данного региона установлены характеристики $S_{пг}$ и ЗВ′, которые выражены в баллах. Рассмотрены четыре группы оценок уровня загрязнения воздуха в регионе:

1) ВЗВ — высокий уровень загрязнения воздуха,

2) ПВЗВ — повышенное загрязнение,

3) ПНЗВ— пониженное загрязнение,

4) НЗВ — относительно низкий уровень загрязнения воздуха.

Чем выше уровень загрязнения воздуха, тем больший балл (от 1 до 7) присваивают данному состоянию (табл. 7.1). Рассматривают три состояния ВЗВ (баллы 7, 6 и 5) и два состояния ПНЗВ (баллы 3 и 2).

В табл. 7.2 приведены установленные баллы для синоптических ситуаций, которые и являются значениями количественного синоптического предиктора $S_{пг}$. Чем больше ситуация способствует формированию высокого уровня загрязнения воздуха в регионе, тем больший балл ей присваивают.

Таблица 7.1

Оценка уровня загрязнения воздуха в восьми городах региона (ЗВ и ЗВ′)

Балл	Характеристика уровня загрязнения воздуха в регионе
7	Не менее чем в шести городах из восьми (75 % и более) $P \geq 0{,}2$, из них не менее чем в двух городах $P \geq 0{,}4$ или не менее чем в четырех городах $P \geq 0{,}3$
6	Не менее чем в шести городах $P \geq 0{,}2$, при этом в двух или трех городах $P \geq 0{,}3$
5	Не менее чем в шести городах $P \geq 0{,}2$, при этом $P \geq 0{,}3$ не более чем в одном городе
4	$P \geq 0{,}2$ в четырех или пяти городах
3	$P \geq 0{,}2$ в двух или трех городах
2	$P \geq 0{,}2$ не более чем в одном городе, при этом не удовлетворяются условия для балла 1
1	Не менее чем в шести городах из восьми $P < 0{,}1$, а в остальных (в одном или двух городах) $P < 0{,}2$

Таблица 7.2

Количественный синоптический предиктор $S_{пг}$ в регионе (зимний сезон)

Балл	Ситуация
10	$Г_с$, $А_г$, $А_{ст}$
9	А
8	М, Г
7	ПА СЗ, ПАЗ
6	Д, $Ц_{сл}$, Г′, А′, М′
5	ПАЮ, ПАЮЗ
4	ПАСВ, ПАВ, ПАЮВ
3	ПЦВ, ПЦЮВ, ПЦЮ, ПЦЮЗ, ПЦЗ
2	ПЦСЗ, ПЦС, ПЦСВ, Ц
1	ТЦ

Часть обозначений приведена в п. 7.3. Остальные обозначают следующие ситуации:

— центральную область развитого циклона Ц;

— тыл циклона ТЦ;

— первый день с ситуациями Г, А или М — соответственно Г′, А′ и М′.

Разработаны два варианта схем с использованием двух методов — графической регрессии и линейной регрессии.

7.5.1. Схема графической регрессии

В схеме использованы только два предиктора $S_{пг}$ и ЗВ′, поэтому она состоит из одного графика (рис. 7.12). На основе прогностического значения $S_{пг}$ и рассчитанного на момент прогноза значения ЗВ′ по графику находят ожидаемое значение ЗВ в регионе.

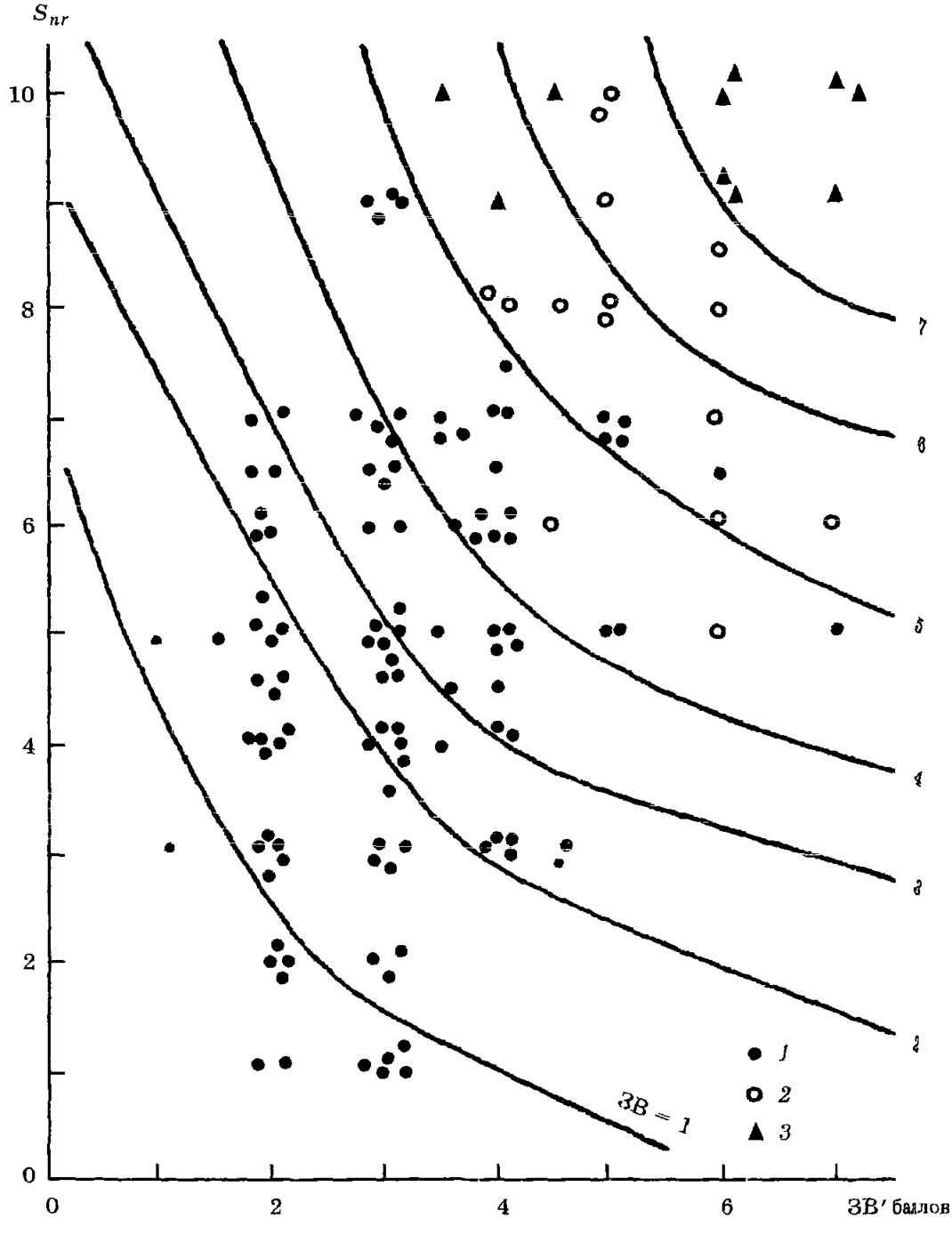

Рис. 7.12. Графическая схема прогноза загрязнения воздуха в зимний сезон в Уральском регионе (в том числе в Республике Башкортостан).

1 — ЗВ = 1...4 балла, *2* — ЗВ = 5...6 баллов, *3* — ЗВ = 7 баллов.

Эффективность схемы оценена по использованным для разработки данным. Рассмотрена оправдываемость прогнозов высокого уровня загрязнения воздуха, оцениваемого баллами 5, 6 и 7. Оправдалось 23 прогноза из 28 (82 %).

Пусть значение ЗВ = 7 представляет собой экстремально высокий уровень загрязнения воздуха в регионе. Оправдались все семь прогнозов таких уровней (если учитывать область на графике, ограниченную изолинией ЗВ = 7). Три случая с ЗВ = 7 не попали в указанную область, но остались в зоне, относящейся к высокому загрязнению.

Прогнозы считались оправдавшимися только в случае попадания предсказанного балла загрязнения в соответствующую градацию.

7.5.2. Схема линейной регрессии

Корреляция предикторов $S_{пг}$ и ЗВ′ с уровнем загрязнения воздуха в регионе ЗВ близка к линейной. Поэтому при разработке схем использован метод линейной регрессии в чистом виде без предварительного преобразования предикторов.

Для разработки схемы по материалам за зимние сезоны 1982—1984 гг. использованы данные за 120 дней. Получено следующее уравнение регрессии:

$$ЗВ = -0{,}04 + 0{,}44\,ЗВ' + 0{,}60\,S_{пг}. \qquad (7.1)$$

На значимость предикторов указывают коэффициенты корреляции r между ними и предиктантом:

$$r_{ЗВ,\ ЗВ'} = 0{,}70, \qquad r_{ЗВ,\ S_{пг}} = 0{,}79.$$

Коэффициент корреляции между фактическими и прогностическими значениями ЗВ составил 0,86.

Для оценки оправдываемости прогнозов, как и в случае графической регрессии, рассмотрены две группы значений уровня загрязнения воздуха:

1) высокое (баллы 5—7),

2) невысокое (баллы 1—4).

Оправдавшимся считался тот прогноз, который попадал в соответствующую группу. Никакие допуски не принимались. При таком подходе общая оправдываемость прогнозов составила 96 % (оправдалось 115 из 120 прогнозов), а оправдываемость прогнозов высоких уровней составила 87 % (оправдалось 20 из 23 прогнозов).

7.6. Схемы прогноза ЭВУЗВ в городах

В дополнение к действующей системе работ по прогнозированию загрязнения воздуха целесообразно специально составлять предупреждения о возможном возникновении ЭВУЗВ. Разработки в этом направлении проведены в ГГО при содействии Российского фонда фундаментальных исследований. По полученным результатам можно сформулировать прогностические рекомендации.

Для оценки факторов, влияющих на формирование ЭВУЗВ, использована система баллов.

Рассматривают установленные неблагоприятные синоптические ситуации. Учитывая характер развития процессов и степень возможного влияния на создание высоких уровней загрязнения воздуха в городах, выделяют следующие группы ситуаций:

— наиболее неблагоприятные ситуации $А_{ст}$, $Г_в$, $А_г$, $М_с$ отнесены к группе S_1;

— неблагоприятные ситуации А и Г включены в группу S_2;

— ситуации М и $Ц_{сл}$ включены в группу S_3;

— ситуации ПА (при этом зимой — только ситуации ПАЗ, ПАСЗ и ПАС) и ситуация Д включены в группу S_4;

— частично неблагоприятные ситуации ПЦВ, ПЦЮВ и ПЦЮ включены в группу S_5;

— ситуации с циклонами, ложбинами, циклоническими и антициклоническими периферияами, не входящими в типы S_4 и S_5, составляют группу S_6.

Для учета вклада синоптических ситуаций в создание КЗВ эти группы оценивают следующим образом:

— группу S_1 — в 3 балла;

— группы S_2, S_3 и S_4 — в 2 балла;

— группу S_5 — в 1 балл;

— группу S_6 — в 0 баллов.

Общий вид связей для зимы и лета примерно одинаков. Характер связей сохраняется, если рассматривать синоптические ситуации в предшествующие сутки. Для учета этого обстоятельства рекомендуется оценивать типы предшествующих ситуаций так же, как и тип текущей, но с коэффициентом 0,5:

$$Б_{пс} = 0{,}5\ Б_{тс}, \qquad (7.2)$$

где $Б_{тс}$ — балл текущей ситуации, $Б_{пс}$ — балл предшествующей ситуации.

Формирование ЭВУЗВ связано с преобразованием синоптических процессов, с переходом ситуаций из одной группы в другую или с сохранением ситуации в данной группе. Вклад такого преобразования в создание ЭВУЗВ оценивают баллами $Б_{пр}$.

Баллом $Б_{пр} = 3$ оценивают следующие наиболее неблагоприятные преобразования:

— переход ситуации из группы S_4 (неблагоприятные антициклонические периферии и далекая периферия обширного циклона) к группам S_1, S_2 и S_3, которые характеризуются малоградиентными полями;

— переход любой неблагоприятной ситуации в группу S_1, в том числе при сохранении ситуации в группе ситуаций S_1, а также ее переход в группу S_2 или S_3.

Все остальные взаимные преобразования неблагоприятных ситуаций оценивают баллом $Б_{пр} = 2$.

Если группы ситуаций, не отмеченные как неблагоприятные (S_6 и S_5), характеризуются повышенным или высоким уровнем загрязнения воздуха (учтены случаи с $P \geq 0{,}25$), то переход этих ситуаций в одну из неблагоприятных способствует формированию ЭВУЗВ. Указанные ситуации обозначены как S_6(В) и S_5(В).

Преобразования групп синоптических ситуаций при прогнозе ЭВУЗВ учитывают в соответствии с табл. 7.3.

Таблица 7.3

Количественная оценка преобразования синоптических ситуаций в баллах $Б_{пр}$

Текущая ситуация	Последующая ситуация					
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
S_1	3	3	3	2	2	0
S_2	3	2	2	2	1	0
S_3	3	2	2	2	1	0
S_4	3	3	3	2	1	0
S_5	2	1	1	1	0	0
S_5(В)	2	2	2	2	1	0
S_6	1	0	0	0	0	0
S_6(В)	2	2	2	2	1	0

Вклад в создание ЭВУЗВ выявленных и ранее рассмотренных особенностей синоптических процессов, с которыми связано формирование высоких уровней загрязнения воздуха, оценивают баллами $Б_{ос}$. Каждой из них присваивают балл $Б_{ос} = 1$.

В отдельных случаях можно наблюдать сразу несколько отмеченных особенностей. Например, в окрестностях города одновременно могут иметь место малоподвижный фронт окклюзии

и теплая воздушная масса, а западнее данного города при этом может располагаться восточная периферия глубокого обширного циклона. В таком случае вклад неблагоприятных особенностей оценивают баллом $Б_{ос} = 3$.

В теплый период года дополнительно учитывают и холодную воздушную массу, однако баллу $Б_{ос}$ в этом случае присваивают обратный знак ($Б_{ос} = -1$), так как уровень загрязнения воздуха в этом случае снижается.

Комплексная оценка степени опасности синоптической ситуации S_{nk} складывается из суммы баллов ее отдельных составляющих:

$$S_{nk} = Б_{тс} + Б_{пс} + Б_{пр} + Б_{ос}. \qquad (7.3)$$

Предиктор S_{nk} можно рассматривать как количественный синоптический предиктор в схемах для прогноза ЭВУЗВ.

Подход к разработке статистических схем прогноза ЭВУЗВ состоит из двух положений:

1) для выполнения разработок используют ряд, в который включены только дни с высоким уровнем загрязнения воздуха (при больших значениях параметра P, например при $P \geq 0{,}3$). Именно при анализе такого ряда наблюдений изучают условия, с которыми можно связать случаи ЭВУЗВ;

2) при разработке прогностических схем допустимо объединять данные нескольких городов, близких по размерам, численности населения и по условиям поступления вредных веществ в атмосферу. При этом следует иметь в виду, что условия формирования ЭВУЗВ в таких городах должны быть примерно одинаковыми.

Далее в качестве примеров приведены схемы, разработанные с использованием материалов за зимние месяцы для трех крупных городов (Екатеринбург, Пермь и Самара). Всего по этим данным отобрано 133 случая с $P \geq 0{,}3$.

7.6.1. Схема по методу графической регрессии

Схема разработана с использованием двух предикторов — S_{nk} и P'. Поэтому в данном случае для составления прогноза достаточно было построить только один прогностический график, который приведен на рис. 7.13.

По прогностическому значению S_{nk} и рассчитанному на момент прогноза значению P, которое обозначается P', определяют ожидаемый уровень загрязнения воздуха в городе.

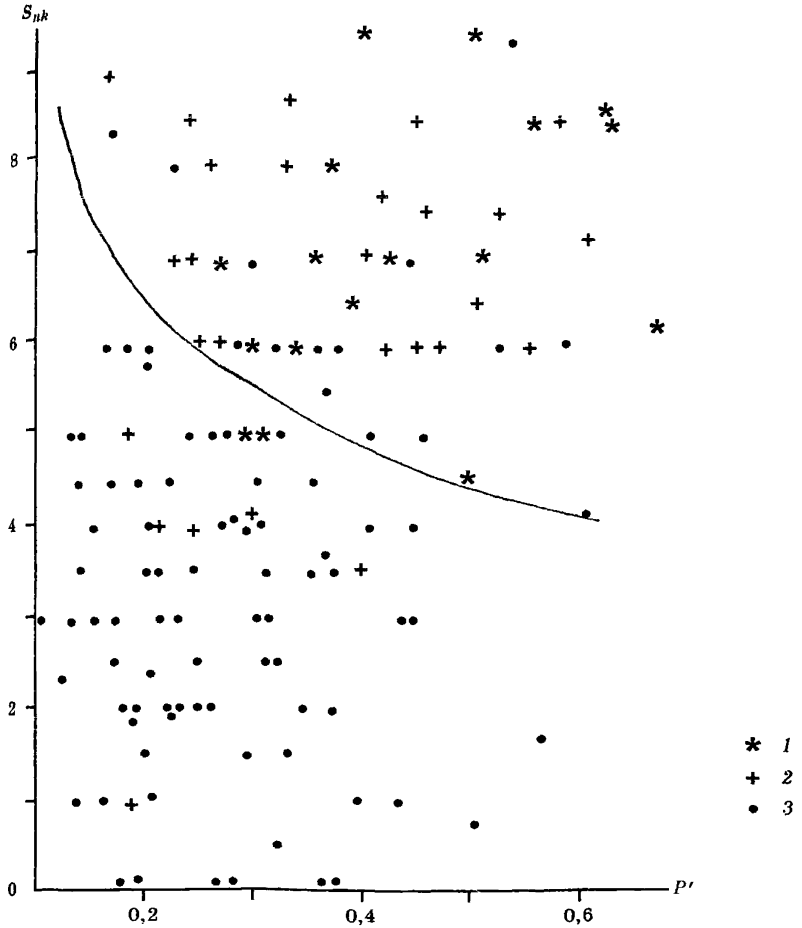

Рис. 7.13. Статистическая схема прогноза ЭВУЗВ по методу графической регрессии.
1 — $P \geq 0{,}5$, *2* — $0{,}5 > P \geq 0{,}4$, *3* — $P < 0{,}4$.

На графике (см. рис. 7.13) отделена область, соответствующая ЭВУЗВ, для которого $P \geq 0{,}45$. По использованному за 3 года материалу трех городов составлено 45 прогнозов ЭВУЗВ, из которых оправдалось 34 (76 %). Из 16 случаев ЭВУЗВ с $P \geq 0{,}5$ предсказаны 14.

7.6.2. Схема по методу множественной линейной регрессии

Обычно связи между предиктантом P и предикторами S_{nk} и P' являются линейными, поэтому преобразование указанных предикторов не проводят. Однако в случае включения в ряд только больших значений P линейность нарушается. В связи с этим в данном варианте предикторы S_{nk} и P' преобразованы.

Разработка выполнена на ПЭВМ с использованием специально составленной программы, выполняющей следующие операции:

— анализ связей между предиктантом и предикторами,

— преобразование предикторов в соответствии с указаниями РД 52.04.306—92 [13],

— расчет весовых коэффициентов и свободного члена уравнения регрессии.

Вид связей представлен на рис. 7.14, на котором показаны средние значения параметра P (обозначенные как $\bar{P}$) при различных значениях S_{nk} и P'. При помощи таких графиков можно преобразовывать предикторы в оперативной работе.

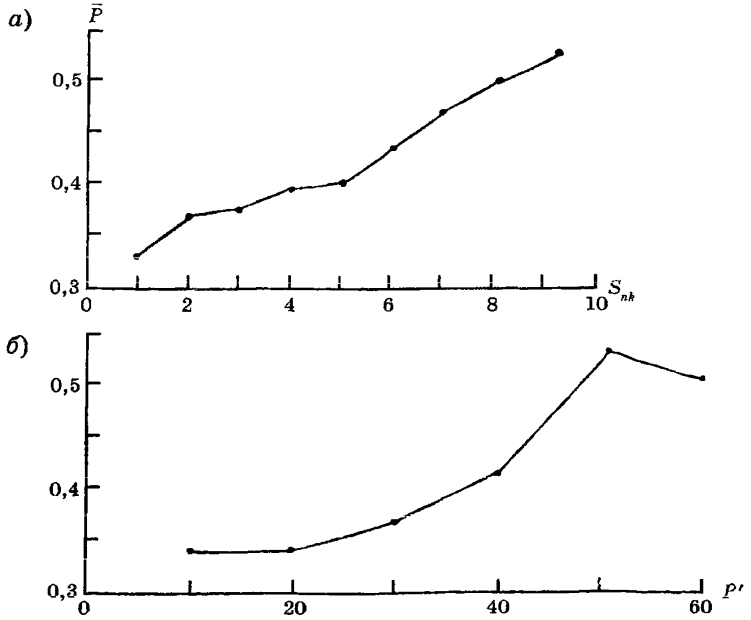

Рис. 7.14. Зависимость параметра P от синоптического предиктора S_{nk} (*а*) и от P' (*б*).

Прогностическое уравнение имеет следующий вид:

$$P = 0{,}9\,P(S_{nk}) + 0{,}21\,P(P') - 0{,}04, \qquad (7.4)$$

где $P(S_{nk})$ и $P(P')$ — преобразованные предикторы S_{nk} и P'.

По имеющимся материалам оценена эффективность схемы. Определена оправдываемость прогнозов ЭВУЗВ, за которые приняты случаи с $P \geq 0{,}45$. Они составляют 16 % используемых для разработки значений $P \geq 0{,}30$ и около 2 % общего числа дней в течение всего рассматриваемого периода. Составлено 30 прогнозов ЭВУЗВ, из которых оправдалось 26—87 %. Оправдавшимися считались случаи с $P \geq 0{,}4$, повторяемость которых около 5 %.

Далее рассмотрена предсказуемость наиболее опасных случаев ЭВУЗВ, к которым условно отнесено значение $P \geq 0{,}5$. Всего отмечено 15 таких случаев, из которых предсказано 12. Таким образом, если принимать соответствующие меры, то при использовании разработанной схемы можно предотвратить 80 % эпизодов с ЭВУЗВ.

При наличии достаточно длинного ряда наблюдений в одном городе (не менее 5 лет) целесообразно в схемах прогноза ЭВУЗВ, наряду с S_{nk} и P', использовать в качестве предикторов следующие метеорологические характеристики:

— скорость и направление ветра,

— показатели термической устойчивости и др.

При выполнении таких разработок нежелательно объединять материалы нескольких городов. Поэтому необходимо иметь достаточно длинный ряд наблюдений в одном городе.

Такая схема разработана по материалам г. Санкт-Петербурга за зимние месяцы 1971—1976 гг. по методу множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей. В дополнение к S_{nk} и P' в качестве предикторов использованы следующие характеристики:

— направление (d_0) и скорость (V_0) ветра на уровне флюгера,

— скорость ветра на уровне AT_{925} (V_1),

— разность значений температуры по вертикали между уровнем земли и уровнем AT_{925} (dT).

Схема разработана с использованием части ряда, содержащей дни с $P \geq 0{,}3$ (около 100 случаев). Получено следующее уравнение регрессии:

$$P = 0{,}18\,P' + 0{,}15\,P(d_0) + 0{,}78\,P(V_1) + 0{,}41\,P(dT) + \\ + 0{,}78\,P(S_{nk}) - 0{,}36, \qquad (7.5)$$

где $P(d_0)$, $P(V_1)$, $P(dT)$ и $P(S_{nk})$ — преобразованные предикторы d_0, V_1, dT, S_{nk} соответственно; d_0 — направление ветра; V_1 — скорость ветра на уровне AT_{925}, dT — разность температуры между уровнем земли и AT_{925}.

При проведении испытаний оказалось возможным составить девять прогнозов наиболее высоких уровней загрязнения воздуха, к которым отнесены случаи с $P > 0{,}4$. Из девяти прогнозов оправдалось восемь. Были предсказаны все четыре случая, которые можно отнести к ЭВУЗВ.

При практическом прогнозировании ЭВУЗВ сначала следует составить прогноз загрязнения воздуха по городу в целом на основе существующей прогностической схемы:

— если не прогнозируется высокий уровень загрязнения воздуха, относящийся к 1-й группе (см. п. 7.5), то принимают, что эпизода с ЭВУЗВ быть не должно;

— когда прогнозируется 1-я группа загрязнения воздуха, составляют дополнительный прогноз с использованием разработанных схем. На этом основании и решают вопрос о возможности формирования ЭВУЗВ в данном городе.

Вопрос о прогнозировании ЭВУЗВ решают для каждого города в отдельности и проводят соответствующие разработки. Однако указания о возможном возникновении ЭВУЗВ в различных городах можно получить уже в настоящее время. Для этого в первую очередь рассчитывают S_{nk}. При $S_{nk} > 6$ имеется определенная вероятность возникновения в данном городе ЭВУЗВ. Более определенные указания связаны с одновременным учетом P' (исходного значения параметра P на момент прогноза).

Рассмотренные в данном разделе варианты прогностических схем рекомендуется разработать для всех крупных промышленных городов (либо для каждого в отдельности, либо объединенно по материалам нескольких городов с близкими условиями).

Приведенную схему прогноза ЭВУЗВ, которая разработана по материалам городов Екатеринбург, Пермь и Самара, целесообразно испытать на независимом материале и в случае положительных результатов использовать в практической работе в городах восточных областей европейской части РФ и Урала.

8. ПРОГНОЗ НАИБОЛЬШИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ В ВОЗДУХЕ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ ГОРОДА

В данном разделе решается задача прогноза наибольших концентраций примесей в отдельных частях города. Предотвращение таких концентраций имеет существенное значение, для того чтобы обеспечить чистоту воздуха в городах.

К наибольшим концентрациям (q^*) относят максимальные за сутки на посту концентрации примеси ($q_м$), которые отмечаются не чаще чем в 10 % случаев. Обычно они превышают среднесезонные значения на данном стационарном посту более чем в 3—5 раз.

Первоначально решается задача прогноза наибольших концентраций специфических примесей, выбрасываемых в атмосферу крупными промышленными предприятиями. Так как в промышленных городах проживает бóльшая часть населения страны, указанная проблема в настоящее время особенно актуальна.

Обработка данных о жалобах жителей городов на сильное загрязнение воздуха и последующий анализ данных сети мониторинга загрязнения атмосферы ряда городов показали, что при повышенном загрязнении воздуха по городу в целом вероятность формирования наибольших концентраций примесей возрастает.

Характеристикой загрязнения воздуха по городу в целом является интегральный показатель P. Решая данную задачу, параметр P применяют в двух вариантах:

1) как интегральный показатель загрязнения воздуха одной из примесей (P_1),

2) как интегральный показатель загрязнения воздуха совокупностью примесей ($P_с$).

Чтобы достичь необходимую эффективность прогностических схем, лучше использовать P_1. Для расчета ежедневных значений P_1 необходимы данные не менее семи регулярно работающих стационарных постов[1].

Для многих городов рассчитать P_1 невозможно из-за недостаточного числа измерений в течение суток. В таком случае параметр P рассчитывают по совокупности измеряемых примесей ($P_с$).

В настоящее время для расчета P в оперативной работе объединяют все измеряемые в городе примеси. Это связано с тем, что значительное число измерений ежедневных концентраций приходится на долю основных примесей, которые обычно примерно одинаково реагируют на изменения метеорологических условий.

---

[1] В соответствии с РД 52.04.306—92 [13] параметр P можно рассчитывать при наличии не менее 20 измерений в течение суток.

При расчете P_c для группы специфических примесей следует заранее установить характер связей между загрязнением воздуха в городе и метеорологическими условиями. Это связано с тем, что вредные вещества поступают в атмосферу из источников разных типов, и, соответственно, создаваемые ими большие концентрации формируются при различных комплексах НМУ.

Чтобы определить, какие именно примеси следует включить в совокупность, необходимо выполнить следующее:

1) составить таблицу ежедневных значений n, m и параметра $P_1 = m/n$ для каждой из измеряемых в городе примесей по всему использованному ряду и сопутствующих данных метеорологических и аэрологических наблюдений;

2) выделить дни, когда отмечен застой воздуха (сочетание скорости ветра 0—1 м/с и приземной инверсии). Рассчитать для каждой примеси среднее значение P_1 при застое ($\bar{P}_{1з}$). Если число ежедневных измерений какой-то примеси менее 20, то для получения средних значений P в дни с застоем воздуха необходимо разделить сумму значений m на сумму значений n:

$$\bar{P}_{1з} = \Sigma m/\Sigma n; \qquad (8.1)$$

3) определить наиболее неблагоприятное направление ветра и рассчитать для этого направления среднее значение P_1 ($\bar{P}_{1н}$) таким же образом, как и в случае застоя воздуха. Следует учитывать только случаи переноса, устойчивого в течение дня;

4) для каждой примеси рассчитать отношение среднего значения P при наиболее неблагоприятном направлении ветра ($\bar{P}_{1н}$) к его среднему значению в условиях застоя ($\bar{P}_{1з}$):

$$Д = \bar{P}_{1н}/\bar{P}_{1з}; \qquad (8.2)$$

5) объединять в совокупность следует примеси с близкими значениями Д.

В табл. 8.1 приведены данные, на основе которых отбирают примеси для расчета P_c.

С учетом отношения Д для г. Красноярска рассматриваемые примеси разделены на две группы:

— в первую группу включены вещества, в большей степени загрязняющие воздух при опасном направлении ветра, чем при застое. Это характерно для примесей, выбрасываемых из высоких источников. Как следует из табл. 8.1, для г. Красноярска значение P_c можно рассчитывать по данным о концентрации сероуглерода, фтористого водорода, фенола и сероводорода;

— ко второй группе можно отнести вещества, выбросы которых создают примерно одинаковое загрязнение воздуха как при

Таблица 8.1

Средние значения параметра P при застое воздуха и неблагоприятном направлении ветра

Город	Примесь	Среднее значение параметра P		$Д = \bar{P}_{1_н}/\bar{P}_{1_з}$
		при застое $\bar{P}_{1_з}$	при неблагоприятном направлении ветра $\bar{P}_{1_н}$	
Красноярск	CO	0,36	0,35	0,96
	NO_2	0,28	0,31	1,1
	SO_2	0,09	0,10	1,07
	Пыль	0,31	0,36	1,18
	Фтористый водород	0,20	0,34	1,65
	Сероуглерод	0,21	0,36	1,72
	Фенол	0,32	0,52	1,64
	Сероводород	0,18	0,34	1,87
	Формальдегид	0,29	0,33	1,15
Череповец	Аммиак	0,10	0,22	2,2
	Сероводород	0,13	0,23	1,8
	Сероуглерод	0,25	0,35	1,42
	NO_2	0,28	0,24	0,85
Уфа	Этилбензол	0,23	0,26	1,15
	Формальдегид	0,21	0,28	1,38
	Сероводород	0,20	0,25	1,30
	Бензол	0,20	0,22	1,10
	Ксилол	0,22	0,24	1,12
	Толуол	0,18	0,21	1,15
	NO_2	0,27	0,23	0,85

неблагоприятном направлении ветра, так и в период застоя. Это характерно для примесей, поступающих в атмосферу из многочисленных низких источников (от автотранспорта, небольших котельных, мелких предприятий), рассредоточенных по всей территории города. В совокупность примесей второй группы для расчета P_c следует включить CO, NO_2, SO_2, формальдегид и пыль.

Для г. Череповца в одну группу целесообразно объединить аммиак, сероводород и сероуглерод. Наибольшее загрязнение воздуха в городе этими примесями создается при неблагоприятном направлениии ветра. Полученные результаты можно объяснить переносом вредных веществ от промышленного комплекса, который является источником выбросов многих специфических веществ.

Для г. Уфа из семи рассматриваемых примесей в одну группу можно объединить этилбензол, бензол, ксилол и толуол.

Возможность прогнозировать большие концентрации примесей в воздухе q^* в значительной степени связана с тем, что их формирование зависит от загрязнения воздуха по городу в целом как заданной примесью, так и совокупностью вредных веществ. Выполненный по материалам ряда городов анализ вероятности

формирования наибольших концентраций в зависимости от интегральных показателей P_1 и P_c (которые достаточно хорошо прогнозируются существующими способами) позволил сформулировать следующие прогностические правила:

1) наибольшие концентрации данной примеси в воздухе q^* возникают над территорией города вероятнее всего при больших значениях P_1;

2) вероятность возникновения q^* возрастает, если одновременно имеют место большие значения P_1 и P_c. Установлено, что если одновременно $P_1 \geq 0{,}3$ и $P_c \geq 0{,}3$, то вероятность возникновения q^* на территории города превышает 80 %;

3) если ожидаются большие значения P_c, рассчитанные по данным измерения концентраций не менее четырех примесей, то возникновение q^* хотя бы по одной примеси должно иметь место практически всегда, а по двум примесям — более чем в 80 % случаев. Чтобы установить примеси, концентрации которых могут достичь больших значений, учитывают исходный уровень загрязнения воздуха, создаваемый каждой из примесей, входящих в P_c;

4) чтобы установить, в какой именно части города может возникнуть большая концентрация примеси и какой стационарный пост может это зафиксировать, учитывают расположение в городе источников данной примеси и ожидаемые направление и скорость ветра;

5) экстремально высокие концентрации вредных веществ в воздухе, в 10—15 раз превышающие среднесезонную концентрацию q_c (в промышленных городах такие концентрации для ряда примесей многократно превышают ПДК), отмечаются при очень больших значениях P_1 и P_c (0,4—0,6 и больше). В связи с редкой сетью стационарных постов наблюдений в городе можно принять, что при таких значениях P_1 и P_c экстремально большие концентрации должны возникать на городской территории и в том случае, когда на постах они не фиксируются.

8.1. Разработка прогностических схем

Решение вопроса об оперативном прогнозировании больших концентраций примесей в воздухе различных районов города связано с разработкой прогностических схем по данным отдельных стационарных постов.

Возможности таких разработок связаны с выполнением следующих условий:

1) в качестве предиктанта принимают максимальную из измеренных за сутки концентрацию на данном посту ($q_м$). Эта измеряемая характеристика является статистически более обеспеченной, чем концентрация примеси за отдельный срок;

2) в качестве предикторов в схемах используют параметры P_1 и $P_с$, которые можно успешно прогнозировать имеющимися способами;

3) поскольку 80—90 % наибольших концентраций специфических примесей формируется при повышенном загрязнении воздуха по городу в целом, то прогностические схемы разрабатывают, используя только часть ряда, содержащую дни, когда загрязнение воздуха по городу в целом повышено ($P \geq 0{,}2$).

При пониженном уровне загрязнения воздуха по городу в целом большие концентрации q^* отмечаются сравнительно редко — не более чем в 10—20 % случаев. Имеется достаточно много оснований предполагать, что случаи, когда q^* отмечены при $P < 0{,}2$, не связаны с метеорологическими условиями и поэтому их невозможно предсказать.

Наибольшие концентрации примесей в воздухе предложено прогнозировать в два этапа:

— на первом этапе прогнозируют общегородское загрязнение (параметр P),

— на втором этапе прогнозируют максимальные концентрации примесей в воздухе в отдельных точках города.

Второй этап осуществляют только в том случае, если ожидаемое загрязнение по городу в целом повышено ($P_1 \geq 0{,}2$ и $P_с \geq 0{,}2$).

При построении прогностических схем используют статистические методы. Предиктантами на первом этапе служат параметры P (P_1 или $P_с$), на втором этапе — максимальная за день концентрация на посту, нормированная на среднесезонную концентрацию $q_{сс}$ на этом же посту:

$$B = q_м/q_{сс}. \qquad (8.3)$$

При оперативном прогнозировании в соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13] значение $q_{сс}$ рассчитывают как среднее значение концентраций по данным за 5 месяцев:

— три из этих месяцев составляют период предыдущего года, в течение которого данный месяц является центральным (например, если данным месяцем является август 2003 г., то под центральным месяцем имеется в виду август 2002 г.);

— два из этих месяцев являются предшествующими месяцами текущего года.

Пример оперативного расчета q_{cc} для одного из стационарных постов на территории города. Расчет выполняют по данным о концентрации в воздухе сероуглерода (CS_2) в августе 2003 г. В этом случае устанавливают среднемесячные значения концентрации CS_2 на данном посту для следующих лет:

— в июле (q_{c_1} = 0,061 мг/м^3), августе (q_{c_2} = 0,054 мг/м^3) и в сентябре (q_{c_3} = 0,045 мг/м^3) 2002 г.;

— в июне (q_{c_4} = 0,038 мг/м^3) и июле (q_{c_5} = 0,047 мг/м^3) 2003 г.

Далее рассчитывают q_{cc} по следующей формуле:

$$q_{cc} = (q_{c1} + q_{c2} + q_{c3} + q_{c4} + q_{c5})/5 =$$
$$= (0{,}061 + 0{,}054 + 0{,}045 + 0{,}038 + 0{,}047)/5 = 0{,}049.$$

В качестве предикторов используют данные стандартных метеорологических и аэрологических измерений и синоптические ситуации, а на втором этапе наряду с указанными предикторами используют параметры P_1 (если этот параметр можно рассчитать) и P_c.

Для реализации первого этапа метода разрабатывают схемы прогноза P_1 и P_c.

Чтобы реализовать второй этап метода, для каждого поста наблюдения за данной примесью строят прогностическую схему. При этом используют данные только тех дней, когда наблюдалось повышенное загрязнение в городе, при котором $P_1 \geq 0{,}2$ или $P_c \geq 0{,}2$.

Прогностические схемы разрабатывают в соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13], применяя методы множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей и последовательной графической регрессии.

8.2. Применение метода множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей

Приводимые примеры получены по материалам наблюдений за концентрацией сероуглерода в воздухе на двух стационарных постах в г. Красноярске, один из которых расположен в центральной части города, другой — на окраине. Примеры относятся только к разработке схем прогноза концентрации примеси на постах (второй этап). Разработки по первому этапу проведены в полном соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13].

В схему в качестве предикторов включены следующие характеристики:

— направление и скорость ветра на уровне флюгера, соответственно d_0 и V_0;

— мощность приземной инверсии H_1;

— высота нижней границы приподнятой инверсии H_2;

— параметр P для заданной примеси и для совокупности примесей, соответственно P_1 и P_c;

— исходное значение B (B').

Чтобы исключить нелинейность связей, при разработке схемы по методу множественной линейной регрессии предикторы были предварительно преобразованы в соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13]. При этом учтен реальный вид связей между предиктантом и предикторами по материалам наблюдений на стационарных постах.

Характер связей между нормированными концентрациями B на каждом посту и некоторыми метеорологическими параметрами показан на рис. 8.1. Расположение постов показано на рис. 8.2.

Как следует из рис. 8.1, форма зависимости B от рассматриваемых предикторов на этих постах различна, что определяется расстоянием от основного источника загрязнения атмосферы г. Красноярска сероводородом (ПО «Химволокно»).

Наибольшее загрязнение атмосферы сероуглеродом в данных точках г. Красноярска наблюдается при северо-восточном ветре

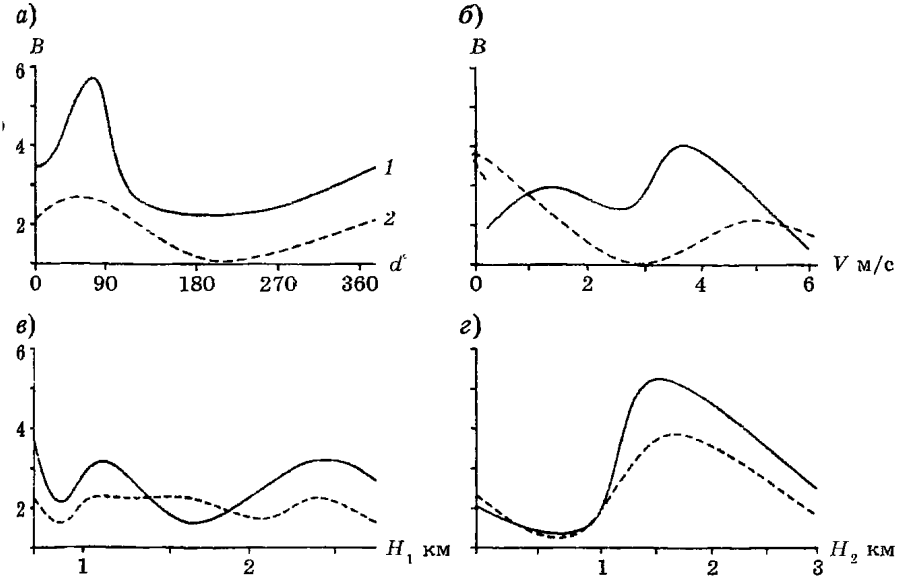

Рис. 8.1. Зависимость нормированной концентрации сероуглерода B на стационарных постах г. Красноярска от направления (*а*) и скорости (*б*) ветра, мощности приземной инверсии (*в*) и высоты нижней границы приподнятой инверсии (*г*).

1 — данные поста № 7, центр города; *2* — данные поста № 1, окраина города.

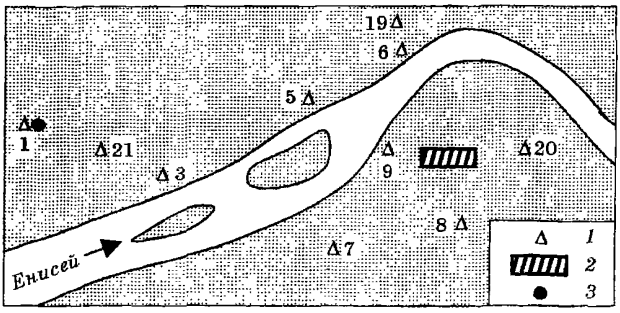

Рис. 8.2. Расположение постов мониторинга загрязнения воздуха.

1 — пост мониторинга, *2* — основной источник загрязнения (ПО «Химволокно»), *3* — метеостанция.

(см. рис. 8.1 *а*). На посту, удаленном на 7 км от источника выбросов, содержание сероуглерода максимально при скорости ветра 3—4 м/с, а на большем удалении от него — при штиле (на высоте флюгера).

Наибольшая концентрация сероуглерода формируется тогда, когда инверсионные слои расположены высоко (при $H_2 = 1{,}5$ км). Такая особенность прослеживается по данным всех постов и связана с определенными циркуляционными процесами и с адвекцией тепла на высотах, которые приводят к росту загрязнения воздуха по городу в целом.

Как следует из рис. 8.1, мощность приземной инверсии слабо связана с концентрацией сероуглерода в воздухе.

Все выявленные особенности связей учтены в процессе преобразования предикторов.

Коэффициенты корреляции между нормированной концентрацией B и преобразованными характеристиками ветра колеблются в значительных пределах (табл. 8.2). Для каждого поста предикторы преобразованы по соответствующим графикам. Далее использован метод множественной линейной регрессии в чистом виде.

Таблица 8.2

Коэффициенты корреляции между предиктантом и преобразованными предикторами

Расположение поста	Предиктор						
	B'	d	V	P_1	P_c	H_2	H_1
Центр города	0,43	0,60	0,25	0,67	0,43	0,40	0,23
Окраина	0,27	0,23	0,30	0,40	0,27	0,37	0,11

Получены следующие прогностические уравнения для постов, расположенных в разных частях города:

— в центре:

$$B = 0{,}51\,B(B') + 0{,}54\,B(P_1) + 0{,}18\,B(P_c) + 0{,}44\,B(d_0) + \\ + 0{,}14\,B(V_0) + 0{,}17\,B(H_1) + 0{,}75\,B(H_2) - 3{,}1, \qquad (8.4)$$

— на окраине:

$$B = 0{,}12\,B(B') + 0{,}52\,B(P_1) + 0{,}26\,B(P_c) + 0{,}22\,B(d_0) + \\ + 0{,}80\,B(V_0) + 0{,}01\,B(H_1) + 0{,}75\,B(H_2) - 1{,}67, \qquad (8.5)$$

где $B(B')$, $B(P_1)$, $B(P_c)$, $B(d_0)$, $B(V_0)$, $B(H_1)$, $B(H_2)$ — преобразованные предикторы B', P_1, P_c, d_0, V_0, H_1 и H_2.

Следует заметить, что предикторы B', P_1 и P_c можно не преобразовывать, поскольку их связи с предиктантом должны быть близки к линейным.

При испытаниях составленных схем получены следующие результаты:

— оправдываемость прогнозов больших концентраций загрязняющих веществ q^* по уравнениям (8.4) и (8.5) составила 90—95 %;

— коэффициенты корреляции r между фактическими и прогностическими концентрациями (величиной B) составили 0,78 (пост № 7) и 0,60 (пост № 1);

— из шести наиболее опасных случаев (условно к ним отнесены случаи с $B \geq 6$) в центре города предсказано пять. На окраине имели место шесть опасных случаев, из которых предсказано четыре.

8.3. Применение метода последовательной графической регрессии

Данная схема разработана по тем же материалам наблюдений за концентрацией сероуглерода в воздухе на одном из стационарных постов в центре г. Красноярска, что и схема по методу множественной линейной регрессии.

В этом варианте использованы три предиктора:

1) интегральный показатель загрязнения воздуха одной из примесей P_1;

2) интегральный показатель загрязнения воздуха совокупностью примесей P_c;

3) направление ветра на уровне флюгера d, которое оказалось наиболее значимым из всех метеорологических предикторов.

Другие метеорологические предикторы и количественный синоптический предиктор Sn используют при выполнении разработок и в оперативной работе для прогноза P_1 и P_c (на первом этапе).

Характер включения предикторов в схему понятен из формулы

$$B = f\,[\Pi\,(P_1, P_c),\ d], \tag{8.6}$$

где $\Pi(P_1, P_c)$ — повторяемость повышенных значений B ($B \geq 2{,}5$) в зависимости от P_1 и P_c, %.

Схема приведена на рис. 8.3 и 8.4: на предварительном графике (рис. 8.3) проведены изолинии П, а на окончательном (рис. 8.4) — изолинии B.

Схема позволяет предсказывать значения B и соответственно максимальные за сутки концентрации примесей в воздухе. В первую очередь интерес представляет прогноз наибольших значений B (концентрации q^*). При общей оправдываемости прогнозов по данной схеме 82 % прогнозы q^* оправдались в 60 % случаев. Но были предсказаны все шесть случаев со значениями $B \geq 6$.

Таким образом, выполненные в ГГО разработки по прогнозу наибольших концентраций специфических примесей в воздухе дали положительные результаты. Это стало основанием рекомендовать УГМС выполнение региональных разработок по данному вопросу с использованием местных материалов.

Задачу в первую очередь решают для наиболее загрязненных районов промышленного города. При этом сначала целесообразно выполнить работу применительно к специфическим примесям, выбрасываемым основными промышленными предприятиями. Применяют рассматриваемые статистические методы, существо которых изложено в РД 52.04.306—92 [13].

Во многих УГМС и в их местных подразделениях целесообразно разрабатывать прогностические схемы по методу последовательной графической регрессии, при использовании которого не требуется применять специальные программы на ПЭВМ.

Для выполнения разработок необходимо следующее:

1) подготовить ряды ежедневных значений P_1 и P_c. Совокупность примесей при расчете P_c включает в себя примесь, для которой рассчитывают P_1;

2) на основе РД 52.04.306—92 [13] разработать схемы прогноза P_1 и P_c. Если невозможно рассчитать P_1 из-за недостаточного числа измерений, то для разработки схемы прогноза концентрации примесей в воздухе следует использовать только ряд значений P_c;

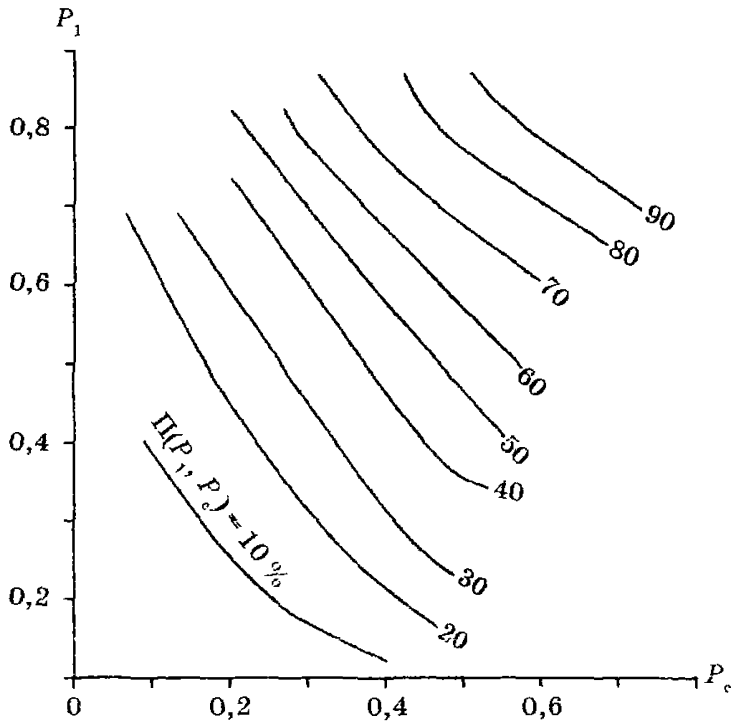

Рис. 8.3. Предварительный график зависимости повторяемости П повышенных значений B от параметров P_1 и P_c.

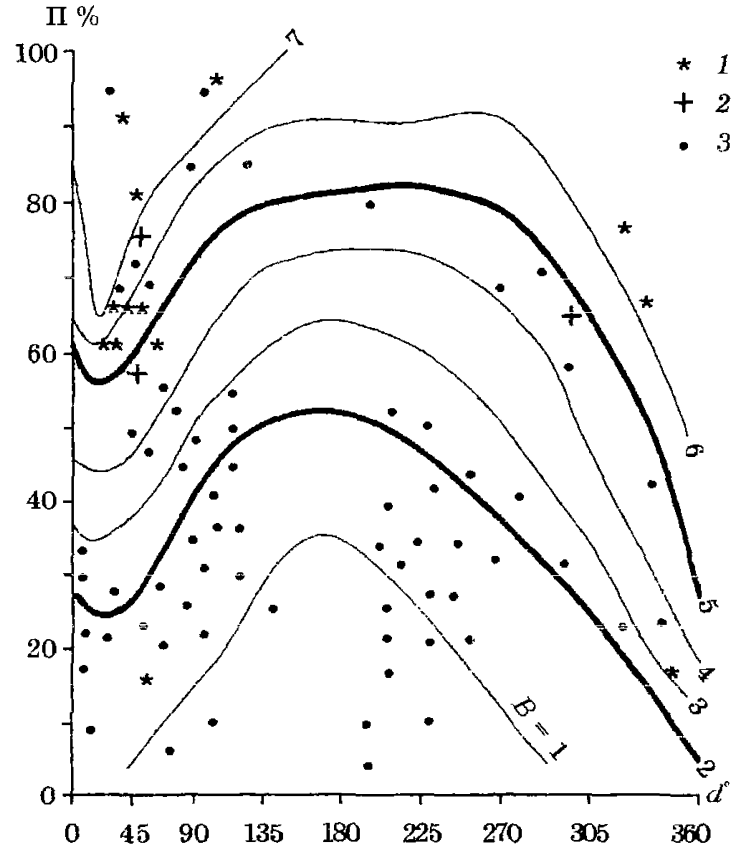

Рис. 8.4. Окончательный прогностический график.

1 — B > 5, 2 — B = 4...5, 3 — B < 4. Изолинии значений B = 2 и B = 5 являются границами между 1-й и 2-й, а также между 2-й и 3-й группами оценок загрязнения воздуха.

3) рассчитать повторяемость больших концентраций примесей в воздухе q^* (предварительно определить для данного стационарного поста критерий для установления q^*) при повышенных и пониженных значениях параметра P;

4) исключить из подготовленного ряда данных сутки, в течение которых $P < 0{,}2$ (данную рекомендацию можно реализовать только в том случае, если в дни с $P < 0{,}2$ повторяемость q^* не превышает 25 %);

5) отобрать предикторы для разработки схем. Они должны включать в себя те же характеристики, что и при разработке схемы по городу в целом, — скорость и направление ветра, характеристики термической устойчивости и др. В схему в качестве предикторов включают интегральные показатели загрязнения воздуха по городу в целом. Синоптический предиктор Sn используют только при разработке схем прогноза P_1 и P_c;

6) в качестве предиктанта предложено использовать наибольшую за сутки концентрацию на посту $q_{м_1}$, нормированную на среднесезонную концентрацию на этом же посту $q_{сс}$:

$$B = q_{м_1}/q_{сс}.$$

Для учета инерционного фактора в качестве одного из предикторов используют B' — значение B в предшествующие сутки;

7) по использованному для разработки материалу изучают связи между B и предикторами. По результатам такого анализа выполняют следующее:

— преобразуют предикторы в случае применения метода множественной линейной регрессии,

— проводят изолинии на прогностических графиках в случае применения метода последовательной графической регрессии.

Реализация перечисленных положений является достаточной для перехода к разработке схемы прогноза содержания на стационарном посту.

9. ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ТРОЕ СУТОК

Основной подход к решению задачи увеличения заблаговременности прогнозов загрязнения воздуха в городах связан с разработкой статистических схем, в которых в качестве предикторов используют характеристики численного прогноза погоды, составляемого в международных центрах [9]. Необходимые характеристики имеются на прогностических картах. По этим же картам оценивают ожидаемую через 3 сут синоптическую обстановку и устанавливают количественный синоптический предиктор в соответствии с рекомендациями РД 52.04.306—92 [13].

Данная проблема, как и проблема предсказания уровня загрязнения воздуха на сутки, является региональной. Поэтому схемы прогноза следует разрабатывать по материалам наблюдений в каждом городе в отдельности.

Схемы прогноза загрязнения воздуха в городе на 3 сут рекомендовано разрабатывать в первую очередь по методам последовательной графической регрессии и множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей, которые предложены в РД 52.04.306—92 [13]. При этом прогнозируют интегральные показатели загрязнения воздуха в городе. В качестве предиктантов используют показатели, рекомендованные РД 52.04.306—92 [13]:

— параметр P, указывающий, какую часть общего числа измеренных за сутки концентраций примеси составляют существенно повышенные концентрации;

— нормированную среднюю за сутки и по городу концентрацию примеси Q.

В качестве предикторов можно использовать следующие характеристики, значения которых имеются на ежедневных прогностических картах:

— направление и скорость геострофического ветра (соответственно d_g и V_g);

— среднюю температуру воздуха в слое $\text{ОТ}_{500/1000}$ ($\bar{T}$);

— форму термического поля (Θ) — области тепла, области холода, несколько промежуточных состояний.

Выяснилось, что в зависимости от Θ в среднем наибольший уровень загрязнения воздуха имеет место в области тепла, наименьший — в области холода.

Предиктор Θ оценивают в баллах следующим образом:

— область или ложбина холода — 1 балл,

— периферия области холода — 2 балла,
— изотермы близки к прямолинейным — 3 балла,
— периферия области тепла — 4 балла,
— область или гребень тепла — 5 баллов.

По прогностическим картам устанавливают синоптический предиктор Sn.

В качестве предиктора используют также характеристику сложившегося на момент составления прогноза уровня загрязнения воздуха в городе (P или Q). Несмотря на то что значимость такого предиктора снижается по сравнению со случаем суточного прогноза, положительная корреляция между исходным и ожидаемым уровнями загрязнения воздуха в городе сохраняется. Коэффициент корреляции r между P' и P при промежутке времени 3 сут составляет примерно 0,20—0,30.

В каждом отдельном случае решается вопрос о возможности и полезности использования P' или Q' в качестве предиктора в схеме прогноза загрязнения воздуха с повышенной заблаговременностью.

В соответствии с РД 52.04.306—92 [13] предварительно изучают связи между прогностическими метеорологическими параметрами и уровнем загрязнения воздуха для их возможно полного учета при разработке прогностических схем.

Схемы разработаны по материалам наблюдений в г. Санкт-Петербурге за холодные полугодия 1991—1994 гг. Ежесуточные значения параметра P (предиктанта) рассчитаны по данным о концентрации в воздухе NO_2. Использован архив прогностических карт Европейского центра погоды в Рединге. В качестве предикторов использованы все рассмотренные ранее характеристики численного прогноза погоды.

В результате анализа связей установлено (рис. 9.1), что неблагоприятны ожидаемые направления ветра южных румбов, а также северо-восточный ветер.

Повышенное в среднем загрязнение воздуха имеет место в следующих случаях:

— при штиле,

— при небольших значениях скорости геострофического ветра V_g = 4...6 м/с в сочетании с высокой средней температурой воздуха $\bar{T}$ в слое $OT_{500/1000}$,

— при сравнительно больших значениях V_g в сочетании с относительно низкой температурой воздуха в этом слое.

Первый максимум загрязнения воздуха отмечен при наибольших значениях средней температуры воздуха $\bar{T}$ в слое $OT_{500/1000}$, а второй максимум загрязнения имеет место при низких значениях $\bar{T}$ = −23...−27 °С.

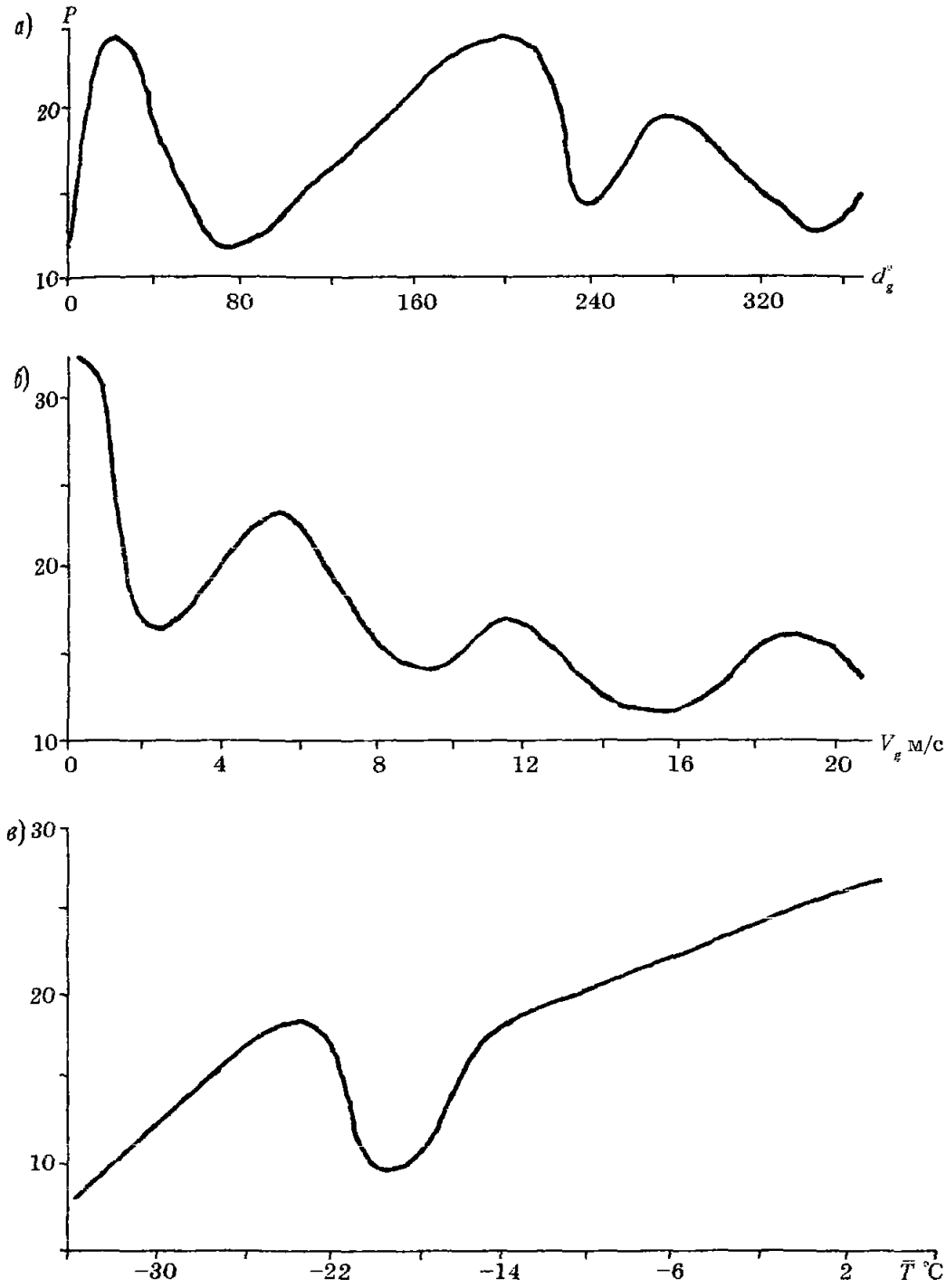

Рис. 9.1. Зависимость параметра P от предсказанных на 3 сут значений направления d_g (*а*) и скорости геострофического ветра V_g (*б*) и средней температуры воздуха $\overline{T}$ в слое $\text{ОТ}_{500/1000}$ (*в*).

Таблица 9.1

Зависимость средних значений параметра $\bar{P}$ от балла Θ в холодное полугодие

Θ	1	2	3	4	5
$\bar{P}$	0,14	0,15	0,18	0,19	0,23

В табл. 9.1 приведены средние значения параметра $\bar{P}$ для NO_2 в г. Санкт-Петербурге в зависимости от формы термического поля Θ на прогностических картах.

В табл. 9.2 приведены значения синоптического предиктора *Sn* для прогностической схемы на 3 сут. Здесь предиктор *Sn* установлен с учетом ситуации предшествующих суток, т. е. с учетом характера развития синоптических процессов во времени. Поскольку сутки, на которые составляют прогноз, характеризуются данными прогностической карты на 3 сут (на 72 ч), то ситуацию предшествующих суток следует определять по прогностической карте на 48 ч.

Таблица 9.2

Синоптический предиктор *Sn* для схемы прогноза загрязнения воздуха на 3 сут

Ситуация текущих суток	Ситуация предшествующих суток	*Sn* ($\bar{P}$)
Г	Любая	0,30
А	Г, А, М	0,25
А	ПАЗ, ПА, $Ц_1$, $Ц_2$	0,18
М	Любая	0,27
ПАЗ	Г, А, М, ПАЗ	0,24
ПАЗ	ПА, $Ц_1$, $Ц_2$	0,17
ПА	Г, А, М, ПАЗ, ПА	0,17
ПА	$Ц_1$, $Ц_2$	0,16
$Ц_1$	Любая	0,15
$Ц_2$	»	0,13
Б	Б	0,09

Обозначения, использованные в табл. 9.2, приведены в п. 7.3. Дополнительно также введены следующие обозначения:

— $Ц_1$ — ситуации ПЦВ, ПЦЮВ, ПЦЮ;

— $Ц_2$ — ситуации ПЦЮЗ, ПЦЗ, ПЦСЗ, ПЦС, ПЦСВ и Ц (здесь румбы направления указывают, к какой части барического образования относится данная периферия);

— Б — быстрое перемещение барических образований (обычно гребней и ложбин) через район данного города.

Синоптический предиктор *Sn* численно выражается средним значением параметра $\bar{P}$ при каждой из выделенных ситуаций.

Разработана схема прогноза загрязнения воздуха в городе на 3 сут по методу множественной линейной регрессии с предвари-

тельным исключением нелинейности связей. Для прогноза на 3 сут получено следующее уравнение регрессии:

$$P = -0{,}22 + 0{,}10\,P' + 0{,}22\,P(d_g) + 0{,}46\,P(V_g) + \\ + 0{,}48\,P(\bar{T}) + 0{,}35\,P(\Theta) + 0{,}65\,Sn, \qquad (9.1)$$

где $P(d_g)$, $P(V_g)$, $P(\bar{T})$ и $P(\Theta)$ — преобразованные предикторы d_g, V_g, $\bar{T}$ и Θ.

При практическом прогнозировании предикторы преобразуют, используя корреляционные графики (см. рис. 9.1).

Предиктор Θ преобразуют в соответствии с табл. 9.1.

Предикторы Sn и P не преобразованы, поскольку корреляция между этими предикторами и P близка к линейной.

В табл. 9.3 приведены коэффициенты линейной корреляции r между параметром P и предикторами. Коэффициент корреляции между прогностическими и фактическими значениями P составил 0,67.

Таблица 9.3

Коэффициенты корреляции между параметром P и преобразованными предикторами

Предиктор	P'	Sn	$P(d_g)$	$P(V_g)$	$P(\bar{T})$	$P(\Theta)$
Коэффициент корреляции	0,16	0,54	0,40	0,44	0,48	0,31

Для оценки оправдываемости прогнозов все значения P в соответствии с РД 52.04.306—92 [13] разделены на три группы. Однако в случае прогноза загрязнения воздуха на 3 сут целесообразно разделить все значения P на группы так, как рекомендовано в работе [4] и показано в табл. 9.4. При этом повторяемость значений P из 1-й группы составила 18 %, из 2-й группы — 37 %, из 3-й группы — 45 %.

Оправдываемость прогнозов загрязнения воздуха на 3 сут по использованным данным составила 81 %, при этом оправдываемость прогнозов высокого загрязнения (1-й группы) оказалась 74 % (оправдалось 17 прогнозов из 23).

Таблица 9.4

Оценка оправдываемости прогнозов загрязнения воздуха в г. Санкт-Петербурге

Прогностическая группа	Градация параметра P	Допустимая градация P, при которой прогноз считают оправдавшимся
1-я	$\geq 0{,}25$	$\geq 0{,}20$
2-я	0,17—0,25	0,14—0,28
3-я	$<0{,}17$	$<0{,}20$

В качестве независимого материала использованы данные за март 1994 г. Из составленных 17 прогнозов оправдались 15, в том числе единственный прогноз высокого уровня загрязнения воздуха. Не был предсказан один случай с $P = 0{,}36$.

При выполнении данной разработки условно было принято относить к наиболее опасным уровням загрязнения воздуха случаи с $P > 0{,}35$. Из восьми таких случаев предсказано шесть, т. е. предсказуемость составила 75 %.

Для суждения об эффективности разработанной схемы прогноза загрязнения воздуха на 3 сут наряду с приведенными оценками рассчитан критерий Багрова H^*. Оказалось, что $H^* = 0{,}57$, в то время как эффективной считается схема при $H^* > 0{,}20$.

Разработана схема прогноза по методу последовательной графической регрессии. Процедура построения прогностических графиков изложена в РД 52.04.306—92 [13]. Приняты те же предикторы, что и при разработке схемы по методу множественной

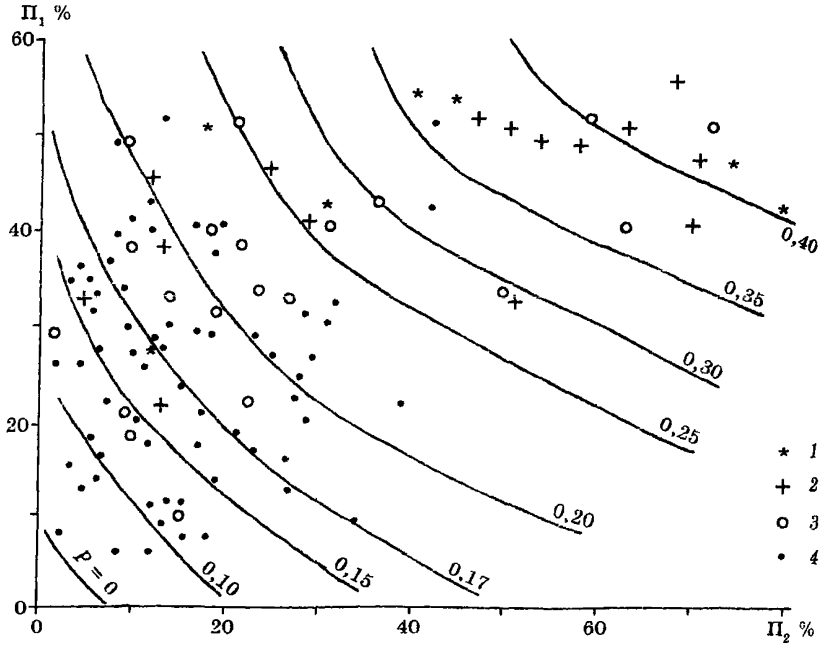

Рис. 9.2. Окончательный прогностический график для предсказания загрязнения воздуха на 3 сут.

1 — $P > 0{,}35$, *2* — $0{,}26 \le P \le 0{,}35$, *3* — $0{,}21 \le P \le 0{,}25$, *4* — $P \le 0{,}20$.

линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей.

При составлении прогностических графиков учтены полученные связи между прогностическими метеорологическими характеристиками и параметром P (см. рис. 9.1).

Последовательность включения предикторов в прогностическую схему видна из следующей формулы:

$$P = F\{\Pi_1(V_g, \bar{T}), [\Pi_2(\Theta, d_g), \Pi_3(P', Sn)]\} =$$

$$= F[\Pi_1(V_g, \bar{T}), \Pi_4(\Pi_2, \Pi_3)], \qquad (9.2)$$

где $\Pi_1(V_g, \bar{T})$, $\Pi_2(\Theta, d_g)$, $\Pi_3(P', Sn)$ и $\Pi_4(\Pi_2, \Pi_3)$ — повторяемость повышенных значений P в зависимости от соответствующих предикторов, %.

Результаты разработки схемы приведены в работе [9]. На рис. 9.2 приведен окончательный график, из которого видна эффективность схемы, оцененная по использованному материалу. Оправдался 21 прогноз высокого загрязнения воздуха из 25 (оправдываемость 84 %). Предсказано 6 из 9 случаев с наиболее высоким уровнем загрязнения ($P > 0{,}35$).

10. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВЕДОМСТВ И УЧРЕЖДЕНИЙ В ПЕРИОДЫ НМУ

Реально предотвращать опасное загрязнение воздуха и в общем улучшать состояние воздушного бассейна можно только при четкой организации работ в периоды НМУ. Это предполагает разделение обязанностей и тесное взаимодействие целого ряда организаций:

— администрации городов и субъектов РФ;
— Росгидромета;
— комитетов охраны природы;
— санэпидемнадзора;
— ГАИ;
— предприятий, осуществляющих мероприятия по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу;
— радиокомитетов и др.

10.1. Работы, выполняемые Росгидрометом

Специалисты Росгидромета прогнозируют загрязнение воздуха для всех городов, где максимальная концентрация в воздухе хотя бы одной из примесей ($q_м$) превышает ПДК.

Прогноз составляют в прогностическом центре для городов обслуживаемой территории. При необходимости работы по прогнозу загрязнения воздуха можно организовать и в отдельных городах данного региона.

Прогнозы составляют 2 раза в сутки:

1) основной прогноз в 13—15 ч на следующие сутки,

2) уточненный прогноз утром (до 10 ч) на текущие сутки.

Составляют два вида прогнозов:

1) по городу в целом,

2) для отдельных источников.

Устанавливают расположение источников выбросов вредных веществ в атмосферу на территории обслуживаемых городов. Все источники наносят на карту-схему каждого из городов.

Источники выбросов разделяют на группы, каждой из которых соответствует определенный комплекс НМУ. Если в соответствии с прогнозом ожидается высокий уровень загрязнения воздуха, то составляют и передают потребителям предупреждение одной из трех степеней опасности. Предупреждения передают в адрес тех предприятий, источники выбросов которых в данной ме-

теорологической ситуации определяют опасное увеличение концентрации примесей в воздухе.

Детально анализируют сложившийся на момент прогноза уровень загрязнения воздуха. Для этого рассматривают все оперативные данные о концентрации примесей в воздухе, поступившие из следующих источников:

— со стационарных постов Росгидромета, проводящих регулярные измерения;

— с ведомственных постов наблюдений,

— с точек отбора проб воздуха под факелом и др.

На этом основании с учетом схемы расположения источников уточняют те предприятия и отдельные источники выбросов, которые в данной ситуации могут быть виновниками опасного роста уровня загрязнения воздуха.

Наряду с указанными работами специалисты прогностических подразделений УГМС анализируют эффективность предупреждений, используя следующие данные:

— о концентрации вредных веществ в воздухе,

— об интегральных показателях загрязнения воздуха,

— сведения о реальном выполнении предприятиями мероприятий при НМУ.

В УГМС оценивают прогнозы загрязнения воздуха, специально анализируют неоправдавшиеся прогнозы и непредсказанные опасные эпизоды.

Также в УГМС устанавливают случаи, когда был реально предотвращен рост загрязнения воздуха в периоды НМУ, а также случаи, когда из-за недостаточности выполнения мероприятий в такие периоды имели место высокие концентрации вредных веществ.

В связи с региональным характером прогнозирования загрязнения воздуха для учета местных особенностей специалисты прогностических центров выполняют работы по составлению и совершенствованию схем прогноза; по детализации прогнозов, повышению их заблаговременности и увеличению точности.

В настоящее время администрации городов и субъектов РФ, природоохранные органы, общественность и население заинтересованы в работах по предотвращению опасного роста уровня загрязнения воздуха в периоды НМУ. С этими работами связана реальная и наиболее доступная возможность быстро улучшить состояние воздушного бассейна в городах.

Сотрудникам УГМС, в том числе их периферийных подразделений, следует повсеместно активизировать организационную и разъяснительную работу. Значение работ по прогнозированию загрязнения воздуха в периоды экономических трудностей возрастает.

10.2. Работы, выполняемые промышленными и транспортными предприятиями

Основной обязанностью служб охраны природы на промышленных, энергетических, транспортных предприятиях является разработка мероприятий по регулированию выбросов и их практическая реализация.

На предприятиях выбросы регулируют на основе предупреждений о возможном опасном росте содержания вредных веществ в воздухе с целью предотвратить его.

Мероприятия по регулированию выбросов разрабатывают, как правило, при установлении нормативов ПДВ. Эти мероприятия являются составной частью тома «Охрана природы и предельно допустимые выбросы (ПДВ)». Их пересматривают не реже одного раза в 5 лет, а также при изменении технологии производства и выбросов вредных веществ в атмосферу.

При разработке мероприятий следует учитывать вклад различных источников в создание концентрации загрязняющих веществ в приземных слоях воздуха.

Мероприятия по кратковременному сокращению выбросов в периоды НМУ должны быть достаточно эффективными и практически выполнимыми. Они должны учитывать специфику конкретных производств. В связи с этим их следует разрабатывать непосредственно на предприятиях с участием сотрудников головных промышленных институтов, а также компетентных разработчиков томов ПДВ. Мероприятия проводят, как правило, без сокращения производства. Останавливают производство или сокращают его объемы только в крайне редких случаях, когда угроза опасного загрязнения воздуха особенно велика.

Соблюдение указанных принципов способствует практическому осуществлению мероприятий по регулированию выбросов и предотвращению роста содержания вредных веществ в воздухе в периоды НМУ.

10.3. Совместные работы подразделений Росгидромета и предприятий

При достижении необходимого эффекта работ по защите атмосферы от загрязнения в периоды НМУ особое значение приобретает взаимодействие подразделений Росгидромета и предприятий, которое конкретно это сводится к решению следующих вопросов:

1) на предприятиях устанавливают все источники выбросов, загрязняющие воздушный бассейн города, и определяют комплексы НМУ для каждого источника выбросов вредных примесей;

2) источники делят на группы с примерно одинаковыми комплексами НМУ;

3) определяют число режимов работ в периоды действия предупреждений для каждого источника выбросов вредных примесей в отдельности и для предприятия в целом;

4) составляют карту-схему предприятия, на которую наносят все источники выбросов, указывая для каждого из них соответствующую группу и число режимов работы в периоды НМУ;

5) оценивают эффективность выполнения мероприятий по регулированию выбросов вредных примесей в целом и отдельно в каждом конкретном случае.

Прогностические подразделения УГМС проводят постоянную оперативную работу совместно со службами охраны природы наиболее крупных предприятий, имеющих большое число источников загрязнения атмосферы.

Совместная работа прогностических центров Росгидромета и отделов охраны природы предприятий позволяет прогнозистам четко представлять, как происходит процесс загрязнения атмосферы, в том числе в периоды НМУ.

10.4. Работы, выполняемые комитетами охраны природы

Основными задачами комитетов охраны природы для обеспечения чистоты атмосферы в периоды НМУ являются:

— контроль разработки и выполнения мероприятий по регулированию выбросов на предприятиях,

— определение эффективности этих мероприятий.

В периоды действия предупреждений специалисты службы охраны природы проверяют деятельность каждого предприятия, на котором идут работы по регулированию выбросов.

Комитеты по охране природы могут давать предприятиям-загрязнителям предписания о заключении договоров с подразделениями Росгидромета. В таких договорах предусмотрено, что подразделения Росгидромета передают предприятиям предупреждения о возможном опасном увеличении уровня загрязнения воздуха. Особенно следует предупреждать те предприятия, которые выбрасывают в атмосферу значительное количество вредных веществ.

10.5. Работы, выполняемые санэпидемнадзором

Санэпидемнадзор в своей работе руководствуется положениями Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ, который был принят 30 марта 1999 г.

Санэпидемнадзор наряду с другими организациями контролирует выполнение мероприятий по регулированию выбросов, а также разрабатывает рекомендации для населения по предотвращению заболеваний в опасные периоды.

Санэпидемнадзор специально занимается вопросами защиты здоровья работников предприятий в периоды НМУ.

10.6. Работы, выполняемые ГАИ

В каждом городе с учетом местных условий и возможностей специалисты службы ГАИ разрабатывают план мероприятий по временному сокращению выбросов автотранспорта в периоды НМУ, которые соответствуют предупреждениям трех степеней опасности.

ГАИ в эти периоды обеспечивает выполнение мер, предотвращающих опасное загрязнение воздуха, создаваемое автотранспортом на улицах города. Для этого специалисты службы выполняют следующее:

— в автохозяйствах дополнительно проверяют состояние и работу двигателей автомашин;

— устанавливают специальные контрольные пункты на трассах с наиболее напряженным движением, на которых снимают с рейсов машины с неисправными двигателями;

— предотвращают заторы на трассах, упорядочивая движение автотранспорта.

Специалисты службы ГАИ совместно с сотрудниками служб охраны природы контролируют выполнение мероприятий, предотвращающих рост загрязнения воздуха, создаваемого автотранспортом на улицах города и в автохозяйствах.

В целом в периоды НМУ подразделения ГАИ должны обеспечивать следующее:

— систематическое наблюдение за изменением интенсивности движения автотранспортных потоков по основным магистралям;

— проверку технического состояния автотранспорта.

10.7. Работы, выполняемые радиокомитетами

Радиокомитеты отвечают за передачу потребителям предупреждений об опасном уровне загрязнения воздуха.

Предупреждения передают обычно вместе с прогнозами погоды. В случае возникновения угрозы предусмотрена передача предупреждений в любое время суток. Предупреждения передают для предприятий и для населения.

10.8. Работы, выполняемые администрацией субъекта РФ и города

Общее руководство работами по защите атмосферы от загрязнения в периоды НМУ осуществляет администрация муниципальных образований всех уровней, прежде всего администрация города.

Администрация субъекта РФ и города должна принять специальное решение, в котором указано следующее:

— обязанности ведомств и организаций;

— порядок их взаимодействия в работе по защите атмосферы от загрязнения в периоды НМУ;

— список всех предприятий, которые должны выполнять мероприятия по регулированию выбросов вредных примесей.

11. УЧЕТ НМУ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ТОМА ПДВ

Вопросы прогнозирования загрязнения воздуха и обеспечения чистоты воздушного бассейна в периоды НМУ непосредственно связаны с разработками нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ). Во многих городах страны проводят мероприятия по достижению ПДВ, при которых обеспечивается соблюдение ПДК вредных примесей.

Согласно определению ПДВ, это обеспечивается при сравнительно часто встречающихся НМУ нормального типа, к которым относится расчетная максимальная концентрация $C_м$ и при которых выполняется условие $C_м \leq$ ПДК.

Совершенно другое положение имеет место при аномальных НМУ, когда концентрации примесей резко возрастают (в 2—3 раза, а в отдельных случаях — в 10 раз и более). В таких случаях (7—10 дней в году) концентрацию примесей необходимо понизить до значения ПДК только за счет регулирования (сокращения) выбросов вредных веществ в атмосферу. Том ПДВ содержит обязательный раздел «Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях».

Такой же принцип обеспечения чистоты атмосферы относится и к случаю проектирования новых предприятий. Нерационально и нереально предусматривать строительство таких высоких труб (500—1000 м), чтобы при любых метеоусловиях наземные концентрации вредных примесей не превышали бы ПДК. Экономичнее можно решить этот вопрос за счет временного сокращения выбросов в периоды НМУ в соответствии с прогнозом загрязнения воздуха.

Необходимость регулировать выбросы вредных примесей при НМУ предусмотрена в ОНД—86 [5] и отражена в статье 19 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха»:

«В городских и иных поселениях органы местного самоуправления организуют работы по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий».

Конкретные мероприятия следует разрабатывать специалистам технического профиля. К решению этой задачи привлекают предприятия и институты соответствующих ведомств.

Мероприятия по сокращению выбросов в периоды НМУ могут быть следующими:

— общими, применимыми на любом предприятии;

— специфическими, относящимися к конкретным производствам.

При разработке мероприятий по регулированию выбросов следует учитывать вклад различных источников в создание концентрации примесей в приземном слое воздуха. Учитывая комплексы НМУ и технические ограничения, в каждом конкретном случае необходимо определить те источники, на которых следует сокращать выбросы в первую очередь, чтобы получить наибольший эффект. Для этого учитывают основные закономерности распространения примесей в атмосфере, рассматривая следующие характеристики:

— количество поступающих в атмосферу выбросов,

— высоту источника и его диаметр,

— температуру поступающих в атмосферу выбросов,

— скорость выхода газов из устья источника,

— число близко расположенных источников с примерно одинаковыми параметрами.

Рекомендации по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в полном виде приведены в РД 52.04.52—85 [6], а также в разделе 12 данного пособия.

Если на предприятии установлены нормы ПДВ, то мероприятия по регулированию выбросов разрабатывают совместно с организациями, разрабатывающими проекты этих нормативов.

Специалистам подразделений Росгидромета следует принимать непосредственное участие в разработке раздела тома ПДВ «Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» для предприятий, расположенных на территории, относящейся к соответствующим УГМС и ЦГМС. В первую очередь это касается оценки эффективности разработанных мероприятий с учетом закономерностей распространения примесей в атмосфере. При этом выполняют следующее:

— рассматривают параметры источников, на которых сокращают выбросы;

— определяют, в какой степени то или иное мероприятие может приводить к снижению содержания вредных веществ в воздухе на территории жилых кварталов, а также на территории самих предприятий [3, 17].

Подразделениям Росгидромета следует добиваться такого положения, чтобы утверждение тома ПДВ и разрешение на выбросы имели место при обязательном участии того или иного предприятия в работах по регулированию выбросов при НМУ, в том числе при обязательном заключении договоров с прогностическими центрами. Такие вопросы решаются совместно с правоохранительными органами, а также с участием администрации городов и субъектов РФ.

12. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИ НМУ[1]

Изложенный в данном разделе проект методических указаний [7] должен заменить методические указания [6], функционирующие с 1 декабря 1986 г. Действующие в настоящее время методические указания [6] способствовали значительному развитию работ по прогнозу и предотвращению высоких уровней загрязнения воздуха в РФ и в республиках бывшего СССР. Они стали первым в стране документом, определяющим порядок работы по регулированию выбросов. В процессе его использования выявлен ряд недостатков и трудностей:

— в первую очередь они связаны с необходимостью выполнять в соответствии с рекомендациями данного РД громоздкие расчеты полей концентраций примесей при трех режимах работы предприятий в периоды НМУ;

— кроме того, недостаточно регламентирован ряд положений, определяющих практическое выполнение работ.

В связи с этим, а также с учетом накопленного опыта появилась необходимость переработать действующий документ, имея в виду его практическую применимость и эффективность работ по реальному улучшению состояния воздушного бассейна и предотвращению опасных эпизодов.

Данный проект методических указаний предназначен для подразделений следующих ведомств и организаций:

— Росгидромета;

— Министерства природных ресурсов (МПР);

— санэпидемнадзора Минздрава;

— министерств и ведомств, осуществляющих государственный надзор за состоянием воздушного бассейна;

— предприятий, имеющих источники загрязнения воздуха, независимо от их ведомственной принадлежности и организационно-правовой формы.

В проекте определены единый порядок и обязанности организаций, участвующих в работах по прогнозу загрязнения атмосферы, регулированию выбросов и контролю эффективности этих работ.

В соответствии с Федеральным законом «Охрана атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. в городских и иных посе-

---

[1] На материале данного раздела основан проект методических указаний [7], разработанный в ГГО взамен методических указаний «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» РД 52.04.52—85. Руководили разработкой проекта д-р физ.-мат. наук, проф. М. Е. Берлянд и д-р геогр. наук Л. Р. Сонькин.

дениях работы по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ организуют органы государственной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления.

Порядок проведения этих работ также определяют органы государственной власти субъектов РФ по представлениям территориальных органов МПР и Росгидромета.

Получая прогнозы НМУ, юридические лица, ответственные за выбросы вредных веществ в атмосферу, обязаны проводить мероприятия по уменьшению выбросов, согласованные с территориальными органами МПР, которые обеспечивают контроль за проведением и эффективностью указанных мероприятий.

12.1. Общие положения

Под регулированием выбросов вредных веществ в атмосферу понимают их кратковременное сокращение в периоды НМУ, во время которых формируется высокий уровень загрязнения воздуха. Выбросы регулируют с учетом НМУ на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

Работы по прогнозу высоких уровней загрязнения воздуха и регулированию выбросов являются важной частью всего комплекса мероприятий по обеспечению чистоты воздушного бассейна.

Во многих городах РФ и других стран состояние воздушного бассейна неблагоприятно, а капитальные меры по его улучшению дорогостоящи и рассчитаны на ряд лет. В таких условиях большую пользу могут принести работы, предотвращающие опасное увеличение концентраций примесей в воздухе в периоды НМУ. Указанные работы во много раз дешевле, чем капитальные меры (при достижении одинакового снижения уровня загрязнения воздуха), а эффект от их выполнения проявляется сразу после их организации.

Работы по регулированию выбросов при НМУ имеют две области применения:

1) первая область относится к разработке проектов ПДВ и разделов по охране воздушного бассейна в предпроектной и проектной документации на строительство новых объектов. В них предусмотрено достижение гигиенических критериев качества атмосферного воздуха (ПДК) при сравнительно часто встречающихся НМУ. При аномальных НМУ, имеющих место примерно в 2 % дней, предполагается достигать ПДК за счет временного снижения выбросов в соответствии с предупреждениями об НМУ. В связи с этим в проекты ПДВ и в проекты вновь строящихся предприятий включают

разделы, связанные с обеспечением необходимой чистоты атмосферы в периоды НМУ. После достижения ПДВ работы по прогнозу загрязнения и регулированию выбросов в периоды НМУ должны обеспечить полное соблюдение норм чистоты атмосферы;

2) вторая область применения прогнозов загрязнения воздуха и регулирования выбросов связана с необходимостью улучшить состояние воздушного бассейна в городах и в районе уже действующих предприятий. В данном случае не ставят задачу достигать ПДК в периоды НМУ, если даже в нормальных условиях при отсутствии таких периодов концентрации примесей значительно превышают ПДК. Однако за счет временного сокращения выбросов можно уменьшить уровень загрязнения воздуха и предотвратить наиболее опасные для здоровья людей и окружающей среды эпизоды.

12.2. Основные принципы разработки мероприятий по регулированию выбросов

При разработке мероприятий по регулированию выбросов следует учитывать вклад различных источников в создание концентраций примесей в приземном слое воздуха. В каждом конкретном случае необходимо определить, на каких источниках с учетом технологических ограничений следует в первую очередь сокращать выбросы, чтобы получить наибольший эффект. Для этого учитывают основные закономерности распространения примесей в атмосфере и используют формулы для расчета максимальной концентрации примесей в воздухе, приведенные в ОНД—86 [5].

Концентрации примесей в приземном слое воздуха, создаваемые заданными источниками выбросов, зависят от следующих параметров:

— количества поступающих в атмосферу примесей;

— высоты источника;

— перегрева поступающих в атмосферу выбросов по отношению к окружающему воздуху;

— объема газов, поступающих в атмосферу в единицу времени;

— скорости выхода газов из устья источника выброса, однозначно связанной с объемом газов;

— числа близко расположенных источников с примерно одинаковыми параметрами, через которые выбросы поступают в атмосферу.

В связи с этим вклад разных источников в создание концентраций примесей в приземном слое воздуха может существенно

различаться, и это необходимо учитывать при разработке мероприятий по регулированию выбросов в периоды НМУ. В первую очередь следует сокращать выбросы на тех источниках, которые определяют наибольшее увеличение концентраций примесей в воздухе в периоды НМУ.

Выводы о вкладе источников в создание уровня загрязнения воздуха сделаны на основе приведенных в ОНД—86 [5] формул для расчета концентраций примесей. Формулы получены отдельно для горячих и холодных выбросов, поэтому сначала рассмотрен критерий f, позволяющий установить характер выбросов по данному признаку:

$$f = 10^3 \frac{W^2 D}{H^2 \Delta T}, \tag{12.1}$$

где W — скорость выхода газов из устья источника выброса, м/с; D — диаметр устья источника, м; H — высота источника, м; ΔT — разность между температурой поступающих в атмосферу выбросов и температурой окружающего воздуха, °С.

При $f \leq 100$ выбросы относят к горячим, при $f > 100$ (или при $\Delta T \approx 0$) — к холодным.

Приведенные в ОНД—86 [5] формулы расчета максимальной концентрации примеси $C_м$, создаваемой конкретным источником или группой близко расположенных источников с примерно одинаковыми параметрами выбросов, имеют следующий вид:

— для горячих выбросов:

$$C_м = \frac{A F M m n \eta}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \Delta T}}, \tag{12.2}$$

— для холодных выбросов:

$$C_м = \frac{A F n M \eta N D}{H^{4/3} 8 V}, \tag{12.3}$$

где A — коэффициент, зависящий от климатических условий; F, m и n — безразмерные коэффициенты, связанные с особенностями поступления выбросов в атмосферу; M — количество поступающих в атмосферу примесей, г/с; η — коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; N — число близко расположенных источников; V — объем газов, поступающих в атмосферу в единицу времени, $м^3/с$.

Из формул (12.2) и (12.3) следует, что $C_м$ значительно уменьшается с увеличением высоты трубы H, особенно в случае горя-

чих выбросов. Следовательно, в периоды НМУ необходимо в первую очередь сокращать выбросы из низких источников.

Концентрация примесей зависит от числа труб N, через которые поступает в атмосферу заданное количество вредных веществ. Эта зависимость наиболее существенна для холодных выбросов, для которых $C_м$ прямо пропорциональна N.

Для горячих выбросов $C_м$ пропорциональна $\sqrt[3]{N}$. Поэтому при наступлении НМУ следует в первую очередь снижать выбросы, поступающие в атмосферу из большого числа мелких источников.

Значение $C_м$ уменьшается с увеличением перегрева выходящих газов ΔT по отношению к окружающему воздуху. Чем холоднее выбросы, тем более эффективно для уменьшения приземных концентраций их кратковременное снижение. Если выходящие газы перегреты мало (например, только на 10—15 °С), но при этом в соответствии со значением коэффициента f выбросы относятся к горячим ($f \leq 100$), то вклад таких источников возрастает в теплые периоды и выполнять мероприятия по сокращению выбросов на таких источниках в большей степени целесообразно в теплую часть года.

Несмотря на то что формулы (12.2) и (12.3) получены для нормальных метеорологических условий, расчетные значения $C_м$ используют для приблизительного определения относительного вклада отдельных источников в создание уровня загрязнения воздуха также и в периоды НМУ.

При разработке планов мероприятий на предприятиях, расположенных за пределами городов на достаточно большом расстоянии от жилых кварталов (более $10X_м$, где $X_м$ — расстояние от источника, на котором формируется максимальная концентрация примеси $C_м$), следует учитывать, что в этом случае значительно увеличивается относительный рост концентраций примесей в периоды НМУ по сравнению с нормальными метеорологическими условиями. Если при формировании приподнятой инверсии концентрация в районе $X_м$ увеличивается примерно в 1,6 раза по сравнению со случаем отсутствия инверсии, то на большом расстоянии от источника ($10...15X_м$) концентрация примеси увеличивается более чем в 2,5 раза. Поэтому мероприятия следует разрабатывать и тогда, когда выбросы таких источников создают в районе отдаленных от них жилых кварталов при отсутствии НМУ сравнительно небольшие концентрации примесей (менее 0,5 ПДК).

Следует иметь в виду, что при расположении источников выбросов на большом расстоянии от жилых кварталов значительно снижается влияние высоты источников и других параметров на концентрацию примесей. В таком случае при разра-

ботке мероприятий по регулированию выбросов вклад отдельных источников заданного предприятия оценивают главным образом по количеству поступающих в атмосферу выбросов M. Другие параметры выбросов следует учитывать при оценке возможной опасности загрязнения воздуха на территории самого предприятия.

Влияние НМУ на уровень загрязнения воздуха увеличивается в случае линейных и площадных источников по сравнению с точечными. В первую очередь это касается приподнятых инверсий:

— в случае точечного источника формирование приподнятых инверсий приводит к увеличению уровня загрязнения в приземном слое воздуха в 1,5—2,0 раза,

— в случае линейного источника уровень загрязнения в приземном слое воздуха возрастает в 3—5 раз по сравнению с нормальными условиями,

— в случае площадного источника уровень загрязнения в приземном слое воздуха возрастает в 5—10 раз и более по сравнению с нормальными условиями.

На основе изложенного основные рекомендации, позволяющие учитывать распространение примесей в атмосфере при разработке мероприятий по регулированию выбросов в периоды НМУ, сводятся к тому, что при прочих равных условиях в первую очередь необходимо сокращать следующие выбросы:

— от низких источников;

— от множества близко расположенных друг от друга мелких источников (в частности, низких неорганизованных источников выбросов на промышленных предприятиях, на автотранспорте и др.);

— от множества источников, которые можно представить как площадной источник;

— холодные выбросы, для которых $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$.

Учет процесса распространения примесей в атмосфере является основополагающим принципом при разработке мероприятий по временному сокращению выбросов в периоды НМУ. Учет этого процесса позволяет значительно повысить эффективность (в том числе экономическую) данных работ.

В ряде случаев сокращение неорганизованных выбросов из низких источников, не связанных с основным производством, может дать больший эффект (а иногда полностью решить задачу предотвращения опасного увеличения содержания примесей в периоды НМУ), чем снижение основного объема выбросов, поступающих в атмосферу через высокие трубы.

При разработке мероприятий по кратковременному сокращению выбросов в периоды НМУ необходимо учитывать следующее:

— достаточную эффективность и возможность осуществления мероприятий на практике;

— специфику конкретных производств;

— осуществление мероприятий по возможности не должно сопровождаться сокращением производства. Такое сокращение в связи с выполнением дополнительных мероприятий допустимо в случаях, когда значительна угроза интенсивного скопления примесей в приземном слое.

Не следует разрабатывать и осуществлять такие мероприятия, после выполнения которых при переходе к нормальному режиму работы на предприятии снова значительно увеличиваются выбросы вредных веществ в атмосферу и повышаются концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха.

12.3. Составление предупреждений о повышении уровня загрязнения воздуха

Составление предупреждений о возможном наступлении НМУ и соответственно формировании высокого уровня загрязнения воздуха является основой для выполнения работ по регулированию выбросов на предприятиях и на автотранспорте. Составляют предупреждения трех степеней опасности, которым соответствуют три режима работ. Условия составления предупреждений и рекомендации по их реализации включены в проект методических указаний [7]. Эти материалы приведены в разделе 2 настоящего пособия.

12.3.1. Составление предупреждений для предприятий и отдельных источников

Предупреждения о повышении уровня загрязнения воздуха для предприятий и отдельных источников выбросов вредных веществ в атмосферу составляют, когда ожидаются НМУ, при которых максимальные концентрации примесей в воздухе, создаваемые источником или группой источников, могут превышать наибольшую расчетную концентрацию в жилых кварталах $C_н$.

При выборе предприятий, которые в соответствии с предупреждениями должны проводить работы по регулированию выбросов в периоды НМУ, следует иметь в виду, что в такие периоды максимальные концентрации примесей в воздухе $q_м$ могут превышать $C_н$ в 3 раза и более.

При определении числа режимов работ в периоды НМУ для предприятий и отдельных источников выбросов на территории предприятий соблюдают следующие условия:

— мероприятия по всем трем режимам проводят (если условия в городе требуют составления предупреждений трех степеней опасностей) в случае, когда за счет выбросов данных источников расчетная концентрация примеси в воздухе $C >$ ПДК;

— мероприятия по I и II режимам проводят (если условия в городе требуют составления предупреждений трех или двух степеней опасности) в случае, когда ПДК $\geq C >$ 0,3 ПДК;

— если $C \leq$ 0,3 ПДК, мероприятия проводят только по I режиму независимо от числа степеней опасности предупреждений в данном городе.

Предупреждения для отдельных источников составляют независимо от того, расположен источник в окружении предприятий или он изолирован.

Предсказывают и учитывают на основе расчетов только те концентрации вредных веществ, которые создаются данным обслуживаемым предприятием.

В соответствии с приведенными в РД 52.04.306—92 [13] комплексами НМУ составляют следующие предупреждения:

— если предсказывается один из указанных комплексов НМУ, то составляют предупреждения 1-й степени опасности;

— если предсказываются два таких комплекса НМУ одновременно (например, если при опасной скорости ветра ожидается приподнятая инверсия и неблагоприятное направление ветра), то составляют предупреждения 2-й степени;

— предупреждения 3-й степени опасности составляют в случае, когда после передачи предупреждения 2-й степени поступающая информация показывает, что при сохраняющихся метеорологических условиях принятые меры не обеспечивают необходимую чистоту атмосферы.

НМУ различаются для источников с разными параметрами выбросов. Поэтому предупреждения в принципе следует составлять для каждого источника в отдельности. При большом числе обслуживаемых объектов в городе источники следует разделить на группы в соответствии с действием НМУ на выбросы, осуществляемые этими источниками. Чаще всего их можно разделить на несколько групп:

— высокие с горячими выбросами,

— высокие с холодными выбросами,

— средней высоты с горячими выбросами,

— низкие.

Затем разделение источников детализируют на основе учета направления переноса выбросов и особенностей их поступления в атмосферу.

В соответствии с РД 52.04.306—92 [13] источники делят на группы, учитывая комплексы НМУ, которые устанавливают для каждого источника в отдельности.

Группы источников выделяют на каждом предприятии. Составленное предупреждение относится ко всем источникам соответствующей группы, расположенным в городе и на обслуживаемой территории. Предупреждение может относиться не ко всему предприятию, а только к источникам данной группы.

Источники выбросов на предприятии делят на группы представители предприятий совместно со специалистами местного подразделения Росгидромета.

12.3.2. Составление предупреждений по городу в целом

Предупреждения по городу в целом составляют, когда в связи с ожидаемыми метеорологическими условиями может сформироваться относительно высокий уровень загрязнения воздуха. Рассматривают два относительно высоких уровня загрязнения воздуха:

1) уровень, выше которого значения характеристик загрязнения воздуха повторяются в среднем в 10 % дней;

2) уровень, выше которого значения характеристик загрязнения воздуха повторяются в среднем в 2 % дней.

Предупреждения по городу в целом относятся ко всем источникам высотой ниже 30 м, в том числе к промышленным предприятиям, автотранспорту, системам отопления и др.

При прогнозе и принятии решения о регулировании выбросов следует исходить из интегрального показателя загрязнения воздуха по городу в целом. В настоящее время в оперативной работе в соответствии с разделом 3.2 из РД 52.04.306—92 [13] используют два интегральных показателя. Одним из них является параметр P, рассчитываемый по формуле (1.1) из данного пособия.

При первом относительно высоком уровне загрязнения воздуха по городу в целом в большинстве случаев $0{,}50 > P > 0{,}35$, при втором относительно высоком уровне чаще всего $P > 0{,}50$. Значения P для этих уровней уточняют в каждом городе в зависимости от статистического распределения P.

Другим интегральным показателем загрязнения воздуха по городу в целом является средняя по городу и за все сроки наблю-

дений в течение одного дня концентрация примеси Q, нормированная на среднесезонную концентрацию:

$$Q = \bar{q}/q_c, \qquad (12.4)$$

где $\bar{q}$ — средняя по городу концентрация примеси за данные сутки (или часть суток), q_c — среднесезонная концентрация примеси в городе.

Этот показатель можно использовать, рассматривая концентрации отдельных примесей. Относительно высокие уровни загрязнения воздуха при этом устанавливают в каждом конкретном случае на основе статистического распределения значений Q, учитывая повторяемость наиболее высоких значений 10 и 2 %.

Предупреждение 1-й степени опасности составляют, если предсказывается превышение первого относительно высокого уровня загрязнения воздуха (а при использовании параметра P чаще всего тогда, когда ожидаются его значения от 0,36 до 0,50).

Предупреждение 2-й степени составляют в двух случаях и только в городах, где $q_м > 3$ ПДК:

1) если предсказывается превышение второго относительно высокого уровня загрязнения воздуха;

2) если после передачи предупреждения 1-й степени опасности поступающая информация показывает, что принятые меры не обеспечивают необходимую чистоту атмосферы.

Предупреждение 3-й степени опасности можно составлять только в городах, где $q_м > 5$ ПДК. Его составляют в случае, когда после передачи предупреждения 2-й степени сохраняется высокий уровень загрязнения атмосферы и ожидается сохранение НМУ.

Если относительно высокий уровень загрязнения воздуха в городе не был предсказан заранее из-за неправильного прогноза метеорологических условий или из-за резкого увеличения выбросов, то составляют оповещение о наступившем явлении, исходя из тех же трех степеней опасности.

12.4. Выбор городов и предприятий. Установление примесей, выбросы которых следует сокращать в периоды НМУ

В данном разделе обобщены ранее изложенные рекомендации по установлению городов и предприятий, для которых необходимо составлять предупреждения, и примесей, выбросы которых следует сокращать в периоды НМУ, чтобы использовать их непосредственно при организации работ по прогнозированию загрязнения воздуха и регулированию выбросов.

Прогнозы загрязнения воздуха и предупреждения следует составлять для всех городов, в которых хотя бы по одной из примесей $q_м$ > ПДК:

— при $q_м$ > 5 ПДК составляют предупреждения трех степеней опасности,

— при 5 ПДК ≥ $q_м$ > 3 ПДК составляют предупреждения 1-й и 2-й степеней опасности,

— при 3 ПДК ≥ $q_м$ > ПДК составляют предупреждения только 1-й степени опасности.

Значение $q_м$ определяют по данным измерений за последние 2 года.

Мероприятия по регулированию выбросов на предприятиях следует проводить на основе следующих критериев:

— при отсутствии фонового загрязнения воздуха за счет влияния других источников выбросов принимают предупреждения и регулируют выбросы, если наибольшая расчетная концентрация примеси за счет выбросов данного предприятия на территории жилых кварталов $C_н$ > 0,3 ПДК;

— при наличии фонового загрязнения, если $C_н$ ≤ 0,3 ПДК, на предприятии независимо от степени опасности предупреждения выполняют мероприятия по I режиму;

— если $C_н$ > 0,3 ПДК, то работу предприятия в периоды НМУ проводят по всем установленным режимам в соответствии с рекомендациями, данными в разделе 3.

Для установления примесей, выбросы которых следует сокращать в периоды НМУ, принимают два условия:

1) максимальная концентрация примеси в городе должна превышать ПДК ($q_м$ > ПДК);

2) наибольшая расчетная концентрация примеси за счет выбросов конкретного предприятия при нормальных метеорологических условиях ($C_н$) должна превышать 0,1 ПДК.

В других случаях выбросы заданной примеси в период действия предупреждения не сокращают.

12.5. Определение необходимого снижения концентраций примесей в воздухе и выбросов в периоды НМУ

При сокращении выбросов в периоды НМУ в условиях реальных городов концентрацию примесей следует сокращать до тех значений, которые существуют при нормальных метеорологических условиях (т. е. при отсутствии НМУ).

В случае, когда нормы ПДВ достигнуты, концентрации примесей в воздухе в периоды НМУ не должны превышать ПДК.

Концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы при работе по I режиму снижаются на 15—20 %, по II режиму — на 30—40 %, по III режиму — на 50—60 %.

12.5.1. Определение снижения концентраций примесей, создаваемых отдельными источниками выбросов

В общем случае при оценке снижения концентраций следует исходить из необходимости достижения $C_н$ — наибольшей расчетной концентрации примеси в воздухе, создаваемой всеми источниками данного предприятия и в жилых районах при отсутствии НМУ.

Если в зоне действия выбросов предприятия нет других источников и $C_н <$ ПДК, то достаточно достижения ПДК в периоды НМУ. Если же предприятие расположено в городе, где имеется большое число других источников выбросов, то требуется достигать $C_н$ в любом случае, в том числе когда $C_н <$ ПДК.

При наступлении комплексов НМУ концентрации примесей в воздухе, создаваемые выбросами данного источника, возрастают в 1,5—2,0 раза и более.

Однако на предприятиях чаще всего имеется много источников с разными параметрами выбросов, дающих разный вклад в создание концентрации примесей в приземном слое воздуха. С учетом этого обстоятельства для необходимого снижения концентраций примесей в воздухе может потребоваться существенно меньшее сокращение выбросов в пределах группы источников данного предприятия.

Эффект от сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу в результате проведенных мероприятий максимален при уменьшении выбросов от низких, холодных и неорганизованных источников. Вопрос о степени снижения выбросов на предприятии с большим числом разных источников рассмотрен в п. 12.7 данного пособия.

12.5.2. Определение необходимого снижения концентрации примесей по городу в целом

При оценке необходимого снижения концентраций рекомендуется исходить из того, что высокий уровень загрязнения воздуха по городу в целом создают в основном выбросы от низких источников. Условно отнесем к ним все выбросы, поступающие в атмосферу на высоте ниже 20 м от поверхности земли. Это главным образом вы-

бросы автотранспорта, различных открытых источников огня (костров) на территории города, низкие неорганизованные выбросы на промышленных предприятиях, выбросы мелких котельных и др.

Регулируя выбросы в связи с ожидаемым высоким уровнем загрязнения воздуха по городу в целом, следует основываться на интегральной характеристике загрязнения P (см. раздел 1 данного пособия).

При прогнозе параметра P необходимо добиваться достижения его критического значения $P_{кр}$, которое определяют для каждого города в отдельности, исходя из 10 %-й повторяемости наибольших значений P. Для большинства городов $P_{кр} = 0{,}35$.

Для достижения критических значений $P_{кр}$ необходимо в соответствии с п.12.5 уменьшить концентрацию примесей в воздухе (при предупреждениях 1-й степени опасности — на 15—20 %, 2-й степени — на 30—40 %, 3-й степени — на 50—60 %).

При прогнозировании параметра P по совокупности примесей (P_c) принимают, что каждая примесь, входящая в P_c, вносит одинаковый вклад в создание высокого значения этого параметра.

12.6. Порядок разработки мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ

12.6.1. Общие рекомендации

Мероприятия по регулированию выбросов разрабатывают на предприятиях, имеющих источники выбросов вредных веществ в атмосферу. Такие предприятия выбирают в соответствии с рекомендациями п. 12.4 и с учетом категории предприятия, которую определяют согласно работе [11].

Если на предприятии устанавливают нормы ПДВ, то мероприятия по регулированию выбросов разрабатывают совместно с организациями, разрабатывающими проекты этих нормативов. Разработки проводят как для действующих, так и для проектируемых предприятий.

При разработке мероприятий учитывают особенности рассеивания примесей в атмосфере и в связи с этим вклад различных источников в создание концентраций примесей в приземном слое воздуха.

В периоды НМУ следует добиваться необходимого для каждого из трех режимов работы предприятия снижения концентраций примесей при наименьших усилиях.

Мероприятия по сокращению выбросов в периоды НМУ могут быть общими, применимыми на любом предприятии, и спе-

цифическими, относящимися к конкретным производствам. Конкретные рекомендации по разработке мероприятий и перечень как общих, так и специфических мероприятий приведены в приложении 2.

Далее изложен общий подход к регулированию выбросов при каждом режиме работы предприятий.

Мероприятия при I режиме работы предприятий в периоды НМУ (с целью снизить концентрацию примесей в воздухе на 15—20 %) носят организационно-технический характер, их можно быстро осуществить, они не требуют существенных затрат и не приводят к снижению производительности предприятия.

Мероприятия при II режиме работы предприятий в периоды НМУ (с целью снизить концентрацию примесей в воздухе на 30—40 %) в первую очередь включают в себя все мероприятия, разработанные для I режима. Дополнительные мероприятия в большинстве случаев также не приводят к снижению производительности предприятия, но требуют определенных усилий и могут в отдельных случаях влиять на технологические процессы.

Мероприятия при III режиме работы предприятий, предпринимаемые в периоды НМУ с целью снизить концентрацию примесей в воздухе на 50—60 %, включают в себя все мероприятия, разработанные для I и II режимов. Дополнительные мероприятия III режима работы могут потребовать снижения выпуска продукции, вплоть до остановки некоторых производств.

12.6.2. Оформление материалов по регулированию выбросов

Материалы по регулированию выбросов оформляют следующим образом:

— в виде раздела «Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» проекта нормативов ПДВ для предприятия;

— в виде подраздела «Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» раздела «Охрана воздушного бассейна» предпроектной и проектной документации.

В текстовой части кратко обосновывают необходимость регулировать выбросы в периоды НМУ на данном предприятии (для конкретных источников и вредных веществ) при различных режимах работы в указанные периоды. По каждому вредному веществу приводят основные показатели эффективности выполнения мероприятий для данного режима.

Отметки о мероприятиях по регулированию выбросов при НМУ заносят в таблицу, форма которой дана в приложении 3:

— для I режима регулирования выбросов осуществляют организационно-технические мероприятия, эффективность которых принимают равной 15—20 %;

— для II и III режимов в таблицу заносят данные об источниках и вредных веществах, которые определяют загрязнение атмосферы на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) или ближайшей жилой застройки.

Данную информацию выбирают из таблицы «Перечень источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы» проекта нормативов ПДВ.

Если при выполнении работ по прогнозу и предотвращению высоких уровней загрязнения воздуха выясняется, что разработанные мероприятия неэффективны, то данный раздел проекта нормативов ПДВ следует переработать.

12.7. Оценка эффективности мероприятий по регулированию выбросов

Оценку эффективности мероприятий на стадии разработки и при их фактическом осуществлении проводят по каждому вредному веществу отдельно для каждого мероприятия и группы мероприятий. Такую оценку проводят по абсолютному и относительному уменьшению выбросов и на основе установленной степени снижения расчетных и измеренных концентраций примесей в воздухе.

Наряду с этим эффективность регулирования выбросов на всех источниках в городе, выполняющих мероприятия в периоды НМУ, оценивают, используя интегральные показатели загрязнения воздуха по городу в целом.

12.7.1. Оценка эффективности мероприятий с использованием количественных показателей снижения выбросов

Учет количества сокращенных выбросов является первым приближением к оценке эффективности мероприятий по их регулированию. Следует иметь в виду, что наряду с количеством поступающих в атмосферу выбросов на загрязнение воздуха в приземном слое сильно влияют высота источников, температура поступающих в атмосферу газов и др.

Эффективность в процентах по II режиму ($Э_{II}$) определяют по формуле

$$Э_{II} = 15 + 100\ \Delta M_{II}/M_{I}, \qquad (12.5)$$

где ΔM_{II} — разница между выбросами до и после проведения мероприятий на источниках, регулируемых при данном режиме; M_{I} — суммарный выброс по предприятию после проведения мероприятий по I режиму.

Эффективность в процентах по III режиму ($Э_{III}$) определяют по формуле

$$Э_{III} = Э_{II} + 100\ \Delta M_{III}/M_{II}, \qquad (12.6)$$

где ΔM_{III} — разница между выбросами до и после проведения мероприятий на источниках, регулируемых при данном режиме; M_{II} — суммарный выброс по предприятию после проведения мероприятий по II режиму.

Для веществ, при выбросах которых не создаются максимальные приземные концентрации (на границе СЗЗ или ближайшей застройки), превышающие 0,1 ПДК, мероприятия по регулированию выбросов не разрабатывают.

12.7.2. Оценка эффективности мероприятий по расчетным концентрациям загрязняющих веществ в воздухе и с учетом высоты поступления примесей в атмосферу

При наличии расчетов загрязнения воздуха эффективность мероприятий оценивают по степени снижения расчетных концентраций примесей $C_{м}$ за счет выполнения мероприятий по регулированию выбросов. Значение $C_{м}$ рассчитывают по формулам (12.2) и (12.3).

Расчеты проводят отдельно для каждого предприятия и для города с учетом и без учета мероприятий по регулированию выбросов. Принимают, что при НМУ, по сравнению с нормальными условиями, концентрации увеличиваются в одинаковое число раз в любой точке рассчитанного поля. Степень эффективности разработанных мероприятий $\eta_{р}$ в процентах определяют по формуле

$$\eta_{р} = (1 - C_{мр}/C_{м})100, \qquad (12.7)$$

где $C_{мр}$ — расчетная максимальная концентрация примеси, полученная с учетом выполнения мероприятий, мг/м^3; $C_{м}$ — расчетная максимальная концентрация, создаваемая при отсутствии мероприятий, мг/м^3.

В первую очередь учитывают мероприятия, не связанные со снижением производства. Если такие меры не позволяют достигнуть необходимого снижения уровня загрязнения воздуха, то рассматривают другие, более сложные мероприятия, вплоть до остановки некоторых производств.

Ввиду сложности и громоздкости расчетов загрязнения атмосферы для трех режимов работы предприятия в периоды НМУ их обязательное выполнение не предполагается. Если расчеты не проводят, то возможное снижение приземных концентраций в результате выполнения мероприятий по регулированию выбросов оценивают с учетом сокращения поступающих в атмосферу выбросов на различной высоте H.

Согласно формулам (12.2) и (12.3), вклады горячих и холодных выбросов в создание приземных концентраций обратно пропорциональны H^2 и $H^{4/3}$ соответственно.

Вклад источников в создание приземных концентраций оценивают отдельно по выделенным группам в соответствии с действием НМУ на выбросы источников (см. п. 12.3.1). Для этого по отдельным группам источников на каждом предприятии и для города в целом рассчитывают суммарный выброс по градациям высот и оценивают уменьшение этого выброса по каждой градации за счет выполнения мероприятий.

Чтобы приближенно оценить, насколько снизится концентрация примеси в воздухе за счет выполнения мероприятий по регулированию выбросов, вводят условную концентрацию q_y, которую создают выделенные группы источников с одинаковыми комплексами НМУ, имеющие различные высоты. Эти источники разделяют по градациям высот.

Источники каждой градации создают условную концентрацию q_{yi}. Принимают, что группа наиболее высоких источников создает $q_{y1} = 1$. Тогда источники меньшей высоты при равных выбросах создают бóльшую концентрацию, при этом q_{yi} также обратно пропорциональна H^2 и $H^{4/3}$ в случае горячих и холодных выбросов соответственно.

При оценке эффективности мероприятий для низких источников следует учитывать различия расстояний от источников ($X_м$), к которым относится максимальная расчетная концентрация $C_м$. Если $X_м$ находится на промышленной площадке предприятия и в санитарно-защитной зоне (СЗЗ), то учитывают расчетную концентрацию $C_{мX}$ на границе СЗЗ.

Условную концентрацию примеси, которую создают источники каждой из градаций высот заданной группы, определяют по формуле

$$q_{yi} = q_{y1} \frac{H_1^a}{H_i^a} \frac{M_i}{M_1}, \qquad (12.8)$$

где H_1 — средняя высота группы наиболее высоких источников, м; H_i — средняя высота i-й градации высот источников, м; M_1 — суммарный выброс группы наиболее высоких источников, г/с; M_i — суммарный выброс в пределах i-й градации высот источников, г/с; a — показатель степени, $a = 2$ для горячих выбросов, $a = 4/3$ для холодных выбросов.

Пример приблизительного определения вклада выбросов в создание концентраций примесей. Условно примем, что все источники данного предприятия осуществляют горячие выбросы. Их вклад в создание концентраций примесей оценен в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Оценка вклада выбросов, поступающих в атмосферу на различной высоте, в создание концентраций примесей в приземном слое воздуха

Группа источников выбросов	Градация высоты, м	Средняя высота, м	Условный выброс M_i	Условная концентрация q_{yi}
Высокие, горячие	Более 100	120	1,0	1,0
	51—100	75	0,6	1,5
	31—50	40	0,4	3,6
Низкие	21—30	25	1,0	1,0
	11—20	15	1,0	2,8
	0—10	5	1,0	25,0

В соответствии с действием НМУ на выбросы разделим источники на две группы:

1) высокие ($H > 30$ м),

2) низкие ($H \leq 30$ м).

Для случая высоких выбросов рассмотрим три градации высоты:

1) 31—50 м,

2) 51—100 м,

3) более 100 м.

Средняя высота для этих градаций в соответствии с табл. 12.1 составляет 40, 75 и 120 м.

Для низких выбросов также рассмотрим три градации высоты:

1) менее 10 м,

2) 11—20 м,

3) 21—30 м.

Средняя высота для этих градаций в соответствии с табл. 12.1 составляет 5, 15 и 25 м.

Поскольку выбросы горячие, учтем обратно пропорциональную зависимость условной концентрации от H^2.

Если при наступлении НМУ для высоких источников прекратить все выбросы на высотах 31—50 м, то, как следует из табл. 12.1, суммарный выброс сократится на 20 %, а приземные концентрации в соответствии с расчетами по формуле (12.8)

снизятся более чем в 2 раза. Еще большего эффекта при выполнении мероприятий можно достичь в результате учета высоты поступления выбросов в атмосферу для случая низких источников.

Для приближенной оценки эффективности мероприятий по регулированию выбросов оценим относительный вклад единичного выброса в создание концентраций примесей в приземном слое воздуха.

В данном примере для группы высоких источников условно принято, что вклад выбросов на высоте более 100 м составляет 1. В таком случае, с учетом обратно пропорциональной зависимости концентраций от H, определим по формуле (12.8), что вклад выбросов при H = 51...100 м составляет 2,56, а при H = 31...50 м вклад выбросов составляет 9,0.

Соотношение вкладов низких выбросов для градаций высоты 21—30, 11—20 и 0—10 м в соответствии с табл. 12.1 составляет 1,0, 2,8 и 25,0.

В последней графе табл. 12.1 приведена условная концентрация, создаваемая выбросами на каждой из градаций высот с учетом принятого соотношения количества поступающих в атмосферу выбросов.

При решении вопроса о сокращении выбросов вредных веществ в атмосферу в связи с прогнозом высокого уровня загрязнения воздуха по городу в целом также следует учитывать высоту их поступления в атмосферу. В данном примере рассмотрен нижний 30-метровый слой. Рекомендуется рассматривать три градации высот:

1) ниже 10 м,
2) 11—20 м,
3) 21—30 м.

Вклад разных выбросов в создание приземных концентраций оценивают так же, как это указано в данном пункте, при этом учитывают обратно пропорциональную зависимость концентраций от H^2 или от $H^{4/3}$ в зависимости от перегрева выбросов по отношению к окружающему воздуху.

Выбросы в нижнем 30-метровом слое разделяют по градациям высот для отдельных предприятий и по всей территории города.

Вопрос о том, достаточно ли сокращены выбросы для достижения необходимого снижения концентрации примесей в городе, решают органы МПР и Росгидромета на основании анализа мероприятий на всех предприятиях. При необходимости, совместно с Комитетом по охране природы, предприятиям передают предписания для разработки дополнительных мероприятий.

Изложенный приближенный способ оценки эффективности мероприятий по регулированию выбросов применим в случае расположения предприятия (источников выбросов вредных веществ в атмосферу) в пределах городской территории. При их расположении за пределами города значительно снижается влияние высоты источников на приземные концентрации в жилых кварталах. При этом можно принять прямую пропорциональную

зависимость концентраций от общего количества выбросов в атмосферу на предприятии.

Если концентрации какой-либо примеси в городе не превышают ПДК, то задачу снизить загрязнение воздуха этой примесью до определенного уровня не ставят. В данном случае предусматривают только усиление контроля за выбросами в период действия предупреждения с целью предотвратить их повышенное поступление в атмосферу.

12.7.3. Рекомендации по оценке эффективности мероприятий на основе наблюдений за концентрациями примесей в воздухе

Если в заданном городе на большинстве объектов выбросы в периоды НМУ сокращают регулярно (в среднем не менее 2—3 раз в месяц), то уменьшается общая повторяемость высоких концентраций, а в некоторых случаях снижается средняя концентрация примеси в воздухе. Степень снижения этих характеристик является показателем эффективности работ. Для оценки этой эффективности сравнивают среднюю концентрацию примесей и повторяемость концентраций, превышающих заданное значение, имеющие место до и после организации работ по регулированию выбросов.

Снижение среднего уровня загрязнения атмосферы в городе можно не обнаружить, если число предупреждений мало. В таком случае целесообразно сравнить следующие средние концентрации примесей в периоды НМУ:

— имеющие место при регулировании выбросов;

— отмеченные при таких же условиях погоды в предыдущие годы, но когда работы по прогнозу и регулированию выбросов не проводились.

Если в первом случае в среднем концентрации ниже, чем во втором, то это указывает на эффективное прогнозирование и регулирование выбросов. Такую оценку можно проводить при сохранении общего количества и структуры выбросов, а также методики анализа проб воздуха.

Снижение уровня загрязнения воздуха в периоды НМУ можно обнаружить, если к моменту передачи предупреждения загрязнение воздуха в городе уже достигло такого высокого уровня, который при сохранении НМУ снижается в результате сокращения выбросов на предприятиях города. Это проще всего обнаружить, используя обобщенные показатели загрязнения воз-

духа в городе, в том числе используемый в прогностических подразделениях Росгидромета параметр P. Работы по сокращению выбросов эффективны в случае, когда при наступлении НМУ обобщенный показатель загрязнения воздуха в городе не достигает высоких значений именно из-за сокращения выбросов.

Если выбросы регулируют на небольшом числе объектов, то эффект можно отметить при анализе данных подфакельных наблюдений, а в случае их отсутствия — при анализе концентраций загрязняющих веществ на тех постах, в район которых при соответствующих направлениях ветра переносятся примеси от обслуживаемых объектов. Концентрации сравнивают с данными измерений, выполненных при аналогичных метеорологических условиях, но до осуществления регулирования выбросов.

Регулирование может быть эффективным и при кратковременном снижении выбросов на всех основных промышленных, энергетических, отопительных и автотранспортных предприятиях, расположенных на территории города.

Чтобы организовать регулирование выбросов в связи с предупреждениями о возможном формировании высокого уровня загрязнения воздуха, а также оценить снижение выбросов, которое требуется для достижения необходимого уровня загрязнения, предварительно выполняют следующие работы:

1) по рекомендациям, изложенным в п. 12.3, на каждом обслуживаемом предприятии источники выбросов разделяют на группы в зависимости от действия НМУ на выбросы этих источников;

2) отдельно для каждой группы источников определяют суммарный выброс по градациям высот. Ориентировочно, как рекомендовано в п. 12.7.2, оценивают вклад выбросов, поступающих в атмосферу на каждой из градаций высот, в создание приземных концентраций примесей. Можно также рассчитать поле концентраций примесей в воздухе на территории города с учетом мероприятий по регулированию выбросов при каждом из трех режимов работы предприятий в периоды НМУ;

3) оценивают степень снижения концентраций примесей в воздухе за счет выполнения мероприятий;

4) на основе выполненных оценок каждое мероприятие относят к тому или иному режиму работ предприятий в периоды НМУ в соответствии со степенью опасности предупреждения.

Необходимое снижение концентраций достигают, реально осуществляя комплекс мероприятий по регулированию выбросов, выбранный из разработанного перечня. Эффективность каждого из мероприятий оценивают заранее.

12.8. Порядок согласования планов мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ

При разработке ведомственных и сводных томов ПДВ мероприятия по регулированию выбросов в периоды НМУ согласовывают с органами МПР в составе соответствующих томов нормативов ПДВ. Мероприятия, разработанные на стадии проектирования объектов, согласовывают в составе разделов по охране воздушного бассейна соответствующих проектов.

Если мероприятия по регулированию выбросов, включенные в действующий том ПДВ, неэффективны, то раздел «Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» перерабатывают.

На согласование в составе томов ПДВ представляют реальный план мероприятий и план контроля их выполнения, в том числе, по возможности, контроля выбросов вредных веществ в периоды НМУ непосредственно на источниках.

При согласовании устанавливают:

— достоверность данных о параметрах выбросов источников;

— достоверность материалов, подтверждающих количественное сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу для каждого конкретного мероприятия;

— правильность обоснования возможных минимальных нагрузок на технологическое оборудование и процессы, при которых регулируются выбросы в периоды НМУ;

— способы контроля выполнения мероприятий по регулированию выбросов.

12.9. Порядок доведения предупреждений до заинтересованных организаций

Прогнозирование высоких уровней загрязнения, передачу предупреждений (оповещений) и их отмену осуществляют прогностические подразделения Росгидромета.

Местные подразделения Росгидромета взаимодействуют с администрациями республик, краев, областей, городов, с предприятиями, подразделениями МПР и другими организациями по вопросам защиты атмосферы от загрязнения в периоды НМУ по заранее разработанной схеме, утвержденной главой администрации города (области, края, республики).

Целесообразно организовать передачу предупреждений по местному радиовещанию. Для таких передач необходимо устано-

вить определенное время (2—3 раза в сутки). Однако при неожиданном возникновении угрозы предупреждение можно передавать в любое время суток.

Предупреждение по радио о возможном росте уровня загрязнения воздуха передают в виде следующего текста: «В связи с ожидаемыми неблагоприятными метеорологическими условиями с ... часов (дата) до ... часов (дата) объявляется предупреждение о возможном росте уровня загрязнения воздуха в городе 1-й (2-й, 3-й) степени опасности. На предприятиях, на которых проводится регулирование выбросов, источники ... группы работают по режиму I (II, III).

Наряду с сообщениями по радио предупреждения передают по телефону в руководящие органы, комитет по охране природы и другие контролирующие организации.

Если предупреждение передают непосредственно на предприятие с большим числом источников выбросов, то сообщают следующий текст: «С ... часов (дата) источники ... группы работают по режиму I (II, III)».

Если предприятие представляет собой единый источник, то сообщают следующий текст: «С ... часов (дата) режим работы I (II, III)».

В зависимости от местных условий могут быть и другие варианты оповещения. Например, при малом числе предприятий или крупных производственных объединений прогностическая группа может передавать предупреждение непосредственно на производственные объединения, которые затем передают их в свои подчиненные организации.

Для приема предупреждений на предприятиях назначают ответственных, которые, приняв текст, регистрируют его в журнале, форма которого приведена в приложении 4, и сообщают его содержание всем цехам, участкам и производствам, где производится регулирование выбросов.

По решению городской администрации можно привлечь для передачи предупреждений районные организации ГАИ и санэпидемнадзора, которые по заранее разработанным, согласованным и утвержденным спискам передают предупреждения в автохозяйства и на предприятия.

Работы по прогнозу и предотвращению высоких уровней загрязнения воздуха, создаваемых в периоды НМУ на территории городов автомашинами, целесообразно предусматривать в рамках специальных городских программ защиты атмосферы от загрязнения выбросами автотранспорта.

12.10. Проверка деятельности предприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ

Основной задачей проверки является обеспечение выполнения запланированных мероприятий по регулированию выбросов и предотвращения опасного увеличения концентраций примесей в периоды НМУ. Ответственными за проверку являются территориальные комитеты МПР РФ.

Администрации городов и субъектов РФ подключают к этой работе другие природоохранные подразделения (санэпидемнадзор и др.), общественные организации и др. К проверкам в обязательном порядке подключают специалистов экологических служб промышленных предприятий.

Чтобы обеспечить эффективное выполнение мероприятий, требуется проверять все предприятия, регулирующие выбросы.

Для контроля деятельности предприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ предусмотрены два вида проверки:

1) плановая,

2) оперативная.

Результаты плановой и оперативной проверок доводят до сведения руководителя предприятия. Для участия в обсуждении приглашают сотрудников контролирующих органов и представителей от предприятия.

12.10.1. Плановая проверка

Плановую проверку предприятий контролирующие органы проводят не реже 1 раза в 2 года. Она предусматривает полное и глубокое рассмотрение всех основных вопросов, связанных с разработкой, оценкой, оформлением и контролем мероприятий по сокращению выбросов на предприятии в периоды НМУ.

На первом этапе участники проверки до выхода на предприятия знакомятся со следующими данными:

— с основными технологическими направлениями контролируемого предприятия;

— с материалами ведомственного и сводного томов ПДВ в части разработанных мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ;

— с актами предшествующих проверок, хранящимися в деле контролируемого предприятия;

— с причинами выявленных нарушений, проводя их анализ и составляя программу проверки.

Руководитель проверки знакомит руководителя предприятия с программой проверки и уточняет конкретные сроки ее проведения.

Руководство предприятия обязано активно помогать должностным лицам контролирующих организаций, проводящих проверку, и содействовать в реализации поставленных задач:

— выделить или назначить по приказу для участия в проведении проверки ответственных лиц от предприятия с правом подписания актов проверки;

— предоставить участникам проверки необходимые для работы помещения, документацию, материалы и т. п.

Всю работу по проверке проводят в присутствии ответственного представителя предприятия.

Руководитель проверки при помощи ответственных лиц предприятия организует изучение участниками проверки имеющейся документации:

— директивных указаний министерств и ведомств, контролирующих органов, МПР, Росгидромета, приказов и распоряжений руководства предприятия по вопросам регулирования выбросов при НМУ;

— томов ПДВ, содержащих планы мероприятий по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ;

— технологического регламента производства, технологических инструкций, по которым регулируются выбросы;

— технологических паспортов газоочистных установок;

— инструкций и методических указаний по отбору и анализу проб загрязняющих веществ непосредственно на источниках выбросов и на границе ССЗ;

— отраслевых методик по расчетам выбросов загрязняющих веществ балансовыми и другими методами;

— ранее составленных актов и предписаний контролирующих органов.

Проверяют наличие приказа руководителя предприятия о переходе в периоды НМУ на заданные режимы работы, в котором указаны лица, ответственные за проведение мероприятий по предприятию, производствам, цехам, участкам, и определен порядок приема и передачи мер оповещения.

После ознакомления с документами контролирующие группы приступают к проверке мероприятий непосредственно на предприятии и в цехах.

Контролируют выполнение плана мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ. При этом необходимо проверить наличие на предприятии следующего:

— расчетов и документов, обосновывающих эффективность разработанных мероприятий по сокращению выбросов в атмосферу (расчетов, актов испытаний, заключений научно-исследовательских институтов и т. д.) для II и III режимов работы предприятия;

— материалов, подтверждающих возможное сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для каждого режима работы предприятия в отдельности;

— оборудованных точек контроля на источниках выбросов, имеющих газоочистное оборудование и не имеющих его;

— наличие измерительных приборов, контролирующих выбросы вредных веществ;

— достоверность, полноту и своевременность выполнения в течение последнего года разработанных мероприятий по сокращению выбросов (это проверяют по документам, журналам, а также путем опроса лиц, ответственных за разработку и выполнение мероприятий в цехах).

Используя расчетные, экспериментальные и балансовые методы, необходимо проверить полноту и достоверность данных, указанных в соответствующей таблице (форма таблицы приведена в приложении 3), фактическим выбросам соответственно для I, II и III режимов.

При проверке устанавливают наличие на предприятии следующего:

— службы, координирующей деятельность подразделений (цехов) по регулированию выбросов в периоды НМУ, и приказа (положения), определяющего обязанности этой службы и ее права;

— нормативных документов, необходимых подразделениям предприятия для проведения и совершенствования работ по регулированию выбросов в периоды НМУ;

— лаборатории по контролю выбросов загрязняющих веществ, осуществляющей замеры непосредственно на источниках и на границе ССЗ, обеспеченной технической документацией, измерительными и испытательными средствами;

— графика контроля за выбросами загрязняющих веществ в периоды НМУ непосредственно для источников и журнала контроля.

В пояснительной записке или в ведомственном томе ПДВ должно быть указано следующее:

— число источников выбросов вредных веществ на предприятии;

— число источников выбросов на предприятии, задействованных в периоды НМУ;

— степень сокращения выбросов на каждом конкретном источнике в отдельности и в целом на предприятии;

— концентрация загрязняющего вещества в газоходе на выходе из каждого источника выброса соответственно при нормальных метеорологических условиях, а также при работе предприятия по I, II и III режимам.

Контрольные замеры токсичности и дымности отработанных газов проверяющий проводит своими приборами или привлекает к проведению замеров специалистов проверяемого предприятия и других контролирующих органов.

Результаты плановой проверки оформляют в виде акта, форма которого приведена в приложении 5.

В содержании акта следует объективно отразить деятельность предприятия в области сокращения выбросов в периоды НМУ, а также показать наличие или отсутствие на предприятии условий и возможности их регулирования в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Сведения, включенные в акт, должны четко и кратко характеризовать состояние работ, проводимых предприятием по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ.

Оформленный акт подписывают проверяющие и представители предприятия, присутствовавшие при проверке. С актом знакомят дирекцию предприятия.

После подписи первый экземпляр акта передают на предприятие для исполнения, а второй является контрольным и хранится в комитете охраны природы в деле предприятия.

Если директор (руководитель) предприятия отказывается подписывать и принимать акт к исполнению, руководитель проверки, дополнительно рассмотрев акт в комитете охраны природы, официально пересылает его по почте на предприятие с указанием исходящего номера и даты отправки.

В разделе акта «В результате проверки установлено» руководитель проверки указывает следующее:

— последовательное описание всех вопросов, отражающих состояние работ по сокращению выбросов;

— соответствие разработанных мероприятий по I, II и III режимам тому необходимому сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в периоды НМУ, которое требуют методические указания.

В разделе акта «Предписания» проверяющие четко и конкретно формулируют предписания и устанавливают срок исполнения. В дальнейшем при получении от предприятия информации или при повторной проверке в этом разделе делают отметку о выполнении предписаний. Предписания не должны допускать различного толкования.

12.10.2. Оперативная проверка

Оперативную проверку предприятий проводит комитет охраны природы, МПР и другие контролирующие органы непосредственно после передачи предупреждения.

Прибыв на предприятие, руководитель проверки обязан поставить в известность ответственное за охрану атмосферного воздуха лицо (руководителя предприятия, начальника отдела охраны природы, а в выходные и праздничные дни — диспетчера или дежурного по заводу) о том, что на предприятии намечено провести оперативную проверку, и ознакомить его с задачей проверки.

Основной задачей является проверка выполнения предприятием мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в соответствии с разработанными планами.

Производственные участки, цеха и корпуса предприятия проверяют в сопровождении представителя предприятия.

В первую очередь у диспетчера предприятия или автохозяйства проверяют журнал регистрации приема предупреждений, передаваемых подразделением Росгидромета на предприятие. При этом проверяют дату и время приема предупреждений и установления конкретного режима в цехах, на участках, в корпусах и т. д.

Убедившись в том, что предупреждения приняты и переданы в цеха, проверяющие приступают к проверке деятельности предприятия по сокращению выбросов в периоды НМУ. Обследуют те цеха, участки, технологические линии и отдельные агрегаты, где следует осуществлять мероприятия по сокращению выбросов.

При проверке у инспектора в наличии должно быть следующее:

— материалы о выбросах вредных веществ в атмосферу;

— план мероприятий по регулированию выбросов в периоды НМУ;

— план-график контроля выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ непосредственно на источниках;

— карта-схема предприятия с расположением основных цехов, участков, источников выбросов с указанием их конкретных номеров.

При этом на карте-схеме следует отмечать те источники, на которых выбросы сокращаются соответственно для I, II и III режимов работы предприятия.

Инспектор выполняет следующее:

— внешний осмотр цехов, технологических линий, отдельных агрегатов, источников выбросов, газоочистных установок (ГОУ);

— проверку наличия информации о приеме предупреждений и указаний о переходе работы оборудования на соответствующий режим;

— проверку фактического уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу.

При осмотре и проверке правил эксплуатации ГОУ инспектор выполняет следующее:

— внешний осмотр;

— проверку наличия рабочих журналов (в которых следует фиксировать регламент работы ГОУ);

— проверку регламента эксплуатации ГОУ;

— при необходимости определение эффективности работы ГОУ (совместно с лабораторией контроля эффективности работы газоочистного оборудования).

На источниках выбросов при необходимости инспектор выполняет следующее:

— совместно с представителями лаборатории предприятия проводит контрольные замеры,

— обрабатывает полученные результаты и сравнивает их с данными, указанными в таблице по форме приложения 3.

Для проверки достоверности данных о выбросах непосредственно на источниках целесообразно привлекать другие контролирующие органы и отдельных специалистов.

В заводской или цеховой лаборатории инспектор выполняет следующее:

— знакомится с результатами анализов проб газа, отобранного на источниках выбросов, и проб воздуха на границе ССЗ в периоды НМУ;

— проверяет фактическое соответствие периодичности отобранных проб разработанному графику.

Результаты оперативной проверки оформляют в виде акта, форма которого приведена в приложении 5.

В разделе акта «В результате проверки установлено» руководитель проверки последовательно рассматривает все вопросы, по которым проводилась оперативная проверка. При этом необходимо также отразить следующее:

— наличие журнала регистрации предупреждений и оповещений,

— состояние учета выполнения мероприятий,

— перечень невыполненных мероприятий,

— результаты проверки эффективности мероприятий по отдельным мероприятиям и т. д.

По результатам проведенной оперативной проверки, при обнаружении нарушений, руководитель проверки заполняет раздел «Предписания» в соответствии с указанными в п. 12.10.1 рекомендациями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований разработаны основные положения системы прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха в городах. Получен ряд новых положений, которые отсутствуют в существующих методических документах:

1) более детальное, чем ранее, разделение источников выбросов на группы с примерно одинаковыми комплексами НМУ, при этом охвачены все возможные источники;

2) адресное обслуживание предупреждениями предприятий и отдельных источников выбросов, которые в данной метеорологической ситуации могут обусловливать интенсивное загрязнение атмосферы;

3) обслуживание предприятий в случае отсутствия на них полных данных о параметрах источников выбросов;

4) составление предупреждений для предприятий, расположенных за пределами городов;

5) специальное составление предупреждений для автотранспорта;

6) установление числа режимов работ в периоды действия предупреждений для предприятий и отдельных источников выбросов;

7) предупреждение о возможном наступлении катастрофического уровня загрязнения воздуха в городе;

8) взаимодействие различных ведомств и учреждений в периоды НМУ;

9) учет НМУ при разработке проекта тома ПДВ.

Основной руководящий документ по вопросам краткосрочного прогноза загрязнения воздуха «Руководство по прогнозу загрязнения воздуха» РД 52.04.306—92 введен в действие 1 июля 1993 г.

В течение последующих лет накоплен большой опыт практической работы в области прогнозирования загрязнения воздуха. Получен ряд новых выводов и практических рекомендаций, которые в основном изложены в данном пособии. В этой связи возникла настоятельная необходимость переработать действующий РД 52.04.306—92.

Новые положения разработанной системы направлены на повышение эффективности работ по прогнозу и предотвращению опасных уровней загрязнения воздуха и на реальное улучшение состояния воздушного бассейна в городах РФ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Сообщение для печати

Опубликовано: 02.12.2002

Постановление от 28 ноября 2002 г. № 847 «О порядке ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух»

В соответствии со статьей 14 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» правительство Российской Федерации постановляет.

1. Утвердить прилагаемое Положение об ограничении, приостановлении или прекращении выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух.

2. Определить, что порядок прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух транспортных и иных передвижных средств Министерства обороны Российской Федерации и других федеральных органов исполнительной власти, в которых законодательством Российской Федерации предусмотрена военная служба, устанавливается соответствующими федеральными органами исполнительной власти по согласованию с Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

3. Установить, что Министерство природных ресурсов Российской Федерации разрабатывает и утверждает в установленном порядке по согласованию с Министерством здравоохранения Российской Федерации показатели, на основе которых выдается предписание о прекращении выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух.

Председатель Правительства
Российской Федерации М. Касьянов

Положение об ограничении, приостановлении или прекращении выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух

1. Настоящее Положение устанавливает порядок ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (далее именуются — выбросы) и вредных физических воздействий на атмосферный воздух (далее именуются — вредные физические воздействия), осуществляемых при отсутствии разрешений на выбросы и вредные физические воздействия, а также с нарушением условий, предусмотренных этими разрешениями.

2. В случае если в ходе регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие осуществляемых ими выбросов техническим нормативам установлено превышение технических нормативов, эксплуатация указанных средств запрещается в соответствии со статьей 17 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха».

3. Предписания об ограничении выбросов и вредных физических воздействий, установленного соответствующими разрешениями, выдаются лицам, имеющим стационарные источники выбросов и вредных физических воздействий, при установлении превышения предельно допустимых выбросов или временно согласованных выбросов, а также предельно допустимых выбросов или временно согласованных выбросов, а также предельно допустимых нормативов или вредных физических воздействий.

4. Предписания о приостановлении выбросов и вредных физических воздействий выдаются лицам, имеющим стационарные источники выбросов и вредных физических воздействий, в следующих случаях:

а) при невыполнении предписаний об ограничении выбросов и вредных физических воздействий;

б) при невыполнении плана уменьшения выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий.

5. Предписания о прекращении выбросов и вредных физических воздействий выдаются лицам, имеющим стационарные источники выбросов и вредных физических воздействий, при систематическом превышении предельно допустимых или временно согласованных выбросов, а также нормативов вредных физических воздействий, приводящем к превышению установленных нормативов качества атмосферного воздуха и предельно допустимых уровней физических воздействий. Указанные предписания выдаются на основе показателей, определяемых с учетом

кратности и повторяемости превышения установленных нормативов выбросов и качества атмосферного воздуха.

7. Предписания об ограничении, приостановлении и прекращении выбросов и вредных физических воздействий выдают на основании протоколов о нарушениях законодательства Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха, составляемых в установленном порядке.

8. Предписания об ограничении, приостановлении и прекращении выбросов и вредных физических воздействий, выданные государственными инспекторами по охране природы, осуществляющими государственный контроль за охраной атмосферного воздуха, обязательны для исполнения. Указанные предписания можно обжаловать в суде.

9. С момента получения лицом, имеющим стационарные источники выбросов и вредных физических воздействий, предписания о приостановлении или прекращении выбросов либо вредных физических воздействий действие соответствующего разрешения приостанавливается или оно аннулируется.

10. Контроль за исполнением указанных в предписании мероприятий по установлению выявленных нарушений государственными инспекторами по охране природы, осуществляющими государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

Москва,
2 декабря 2002 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Примеры специфических мероприятий на предприятиях отдельных отраслей промышленности

На ТЭЦ, ГРЭС и котельных:

— снижение нагрузки вплоть до полного отключения в особо опасные периоды котлов, работающих на высокосернистом и высокозольном топливе;

— предотвращение пыления с поверхности золоотвалов путем их смачивания;

— уменьшение подачи угля на склад при его разгрузке из вагонов;

— снижение нагрузок на котлоагрегатах с целью создать устойчивое разрежение в топочном пространстве;

— отключение вакуумнасосов пневмоудаления;

— отключение аспирационных установок на тракте топливоподачи;

— отключение котлоагрегатов, в которых бункеры под батарейными циклонами заполнены на 100 %;

— переход котлоагрегатов на сжигание природного газа или малосернистого и малозольного твердого топлива;

— усиление контроля за режимом горения, поддержание избытка воздуха на уровне, при котором устраняются условия образования недожига, ведение режима горения по отлаженным кислородомерам;

— прекращение работ по очистке поверхностей нагрева котлов, разгрузке всех видов сыпучих материалов на открытом воздухе, перевалке, разгрузке и укатке угля на открытых угольных складах;

— проверка нагрузок на котлах, режимов котлов и газопылеулавливающих установок в соответствии с режимными картами.

На предприятиях черной металлургии:

— уменьшение уровня загрузки шихты, укрупнение помола и удлинение периода коксования в коксохимическом производстве;

— поддержание оптимальной скорости просасывания воздуха через слой шихты;

— применение безфенольной воды для тушения кокса;

— перевод доменной печи на тихий ход;

— остановка части агломерационной фабрики или всего предприятия в целом при наличии запаса агломерата;

— повышение концентрации кислорода в воздухе путем просасывания через слой агломерата;

— прекращение продувки сталеплавильных агрегатов кислородом;

— обеспечение полного сжигания избытков доменного газа без сброса на свечи;

— ведение безосадочного режима работы доменных печей во избежание выброса доменного газа через колошниковые свечи;

— предотвращение остановок доменных печей, связанных с необходимостью полной выдувки печи через колошники;

— запрет остановки газопылеулавливающих сооружений для выполнения профилактических работ в продувочный период;

— уменьшение отпуска пара и тепла на второстепенные нужды;

— использование в паровых котлах ТЭЦ в основном доменного газа;

— выгрузка пыли из пылеуловителей доменного цеха только после ее увлажнения;

— полив поверхности шлаконакопителей и пылящих отходов;

— приостановка, а при ее невозможности — сведение к минимуму пропарки трубопроводов, резервуаров и железнодорожных цистерн;

— прекращение чистки поддона градирен конечного охлаждения и отстойников фенольных вод.

На предприятиях машиностроения:

— сокращение или прекращение работы в ваннах травления и на гальванических участках;

— усиление контроля за соблюдением уровня раствора в ваннах;

— усиление контроля при загрузке вагранок металлоломом с целью исключить попадание посторонних примесей;

— в литейных цехах по возможности временная приостановка технологических процессов, связанных с большим выделением вредных веществ в атмосферу;

— запрет залповых выбросов вредных веществ в атмосферу;

— строгое соблюдение технологического режима литейного, кузнечного и гальванического производств;

— запрещение очистки дробометных камер;

— по возможности прекращение работы на выбивных решетках литейных цехов;

— сокращение до минимума электрогазосварочных работ;

— уменьшение объема работ с применением красителей, кислот, щелочи и других агрессивных вредных веществ, выделяющихся в атмосферу;

— запрет испытаний изделий, прежде всего на форсажных режимах;

— снижение производительности дробеструйных камер, набивных решеток, дробометных барабанов.

На предприятиях промышленности стройматериалов:

— перевод вращающихся печей, цементных и сырьевых мельниц и другого технологического оборудования на тихий ход;

— уменьшение количества воздуха, просасываемого через сушильные барабаны и цементные мельницы;

— снижение разрешения после сырьевых мельниц за счет прикрытия основного дымососа;

— прекращение подачи цемента в бетоносмесительные узлы;

— использование резервных контейнеров для аварийного выброса пыли;

— выгрузка пыли из бункеров циклонов дробильного отделения только в контейнеры через специальные эластичные рукава;

— уменьшение выбросов пыли в атмосферу путем прекращения дробления исходного сырья;

— улавливание исходных материалов, используемых в производстве.

На предприятиях нефтехимической и химической промышленности:

— ограничение или полное прекращение работ, связанных с регенерацией катализаторов и осушителей;

— перераспределение нагрузки работающих печей;

— обеспечение полного сжигания отработанных газов в технологических печах;

— остановка или сокращение работы вспомогательных и опытных производств;

— исключение из технологической схемы колонны отпарки сточных вод и их перевод в емкости;

— запрет вскрытия и продувки технологических аппаратов и емкостей с целью предотвратить залповые выбросы;

— запрет пуска и остановки систем хлорирования для исключения залпового выброса хлора;

— повышение КПД газопылеулавливающих установок путем увеличения плотности орошения скрубберов, изменения схем подачи рассола на холодильники, плавного сброса давления в аппаратах и т. д.;

— прекращение или ограничение работ по переливанию вредных и, особенно, быстроиспаряющихся жидкостей;

— смещение во времени операций (синтеза и др.), в результате которых выделяется значительное количество вредных веществ.

На судоремонтных заводах и в портах:

— уменьшение продолжительности работы главных двигателей на холостом ходу;

— доведение до минимума числа одновременно работающих вспомогательных двигателей;

— использование электроэнергии с береговых судовых колонок во время длительных стоянок судов;

— запрет испытаний и проверки двигателей после ремонта;

— снижение в парогенераторах потерь от химического и механического недожига топлива путем настройки топочных устройств и усиления контроля за правильной эксплуатацией.

В автохозяйствах:

— усиление контроля за выбросами автотранспорта путем проверки состояния и работы двигателей, определения содержания CO в выхлопных газах;

— предотвращение заторов автотранспорта на улицах путем рассредоточения движения;

— отмена рейсов, не являющихся абсолютно необходимыми;

— ограничение движения личных автомашин и мотоциклов;

— перераспределение потоков на улицах.

На предприятиях легкой промышленности:

— запрет чистки фильтров в кондиционерах и пылевых камерах;

— сокращение электросварочных и паяльных работ;

— уменьшение (прекращение) работ на гальванических участках и в цехах ваганок;

— уменьшение объема работ с применением красителей, кислот, щелочей, формальдегидов и других агрессивных вредных веществ, выделяющихся в атмосферу.

На предприятиях цветной металлургии:

— строгое соблюдение технологического режима выдачи конверторных газов;

— запрет работ основного технологического оборудования на форсированном режиме с целью избежать интенсивного газовыделения;

— строгое соблюдение режима сушки концентрата, что обеспечивает сохранение сырья и значительное сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу;

— отключение установки по дроблению исходного сырья и шлака цветных металлов и флюсов в дробильно-шихтарном переделе;

— прекращение или сокращение объема работ на открытых складах, перевозки сыпучих материалов и складирования;

— запрет продувки и чистки оборудования, газоходов и других работ, связанных с повышенным выделением вредных веществ в атмосферу;

— сдвиг во времени технологических процессов, в результате которых в атмосферу поступает большое количество вредных веществ;

— обеспечение чистки колосников на агломерационных машинах;

— при наличии запаса агломерата перевод агломерационных машин на режим, при котором образуется наименьшее количество вредных веществ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Мероприятия по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ

Министерство (ведомство) _____

Предприятие _____

Руководитель предприятия _____

Адрес (подпись) _____

Режим работы в период НМУ	Цех, участок	Номер источника на карте-схеме предприятия	Мероприятие	Примесь, выброс которой сокращается	Мощность выброса, г/с		Эффективность мероприятия
					в обычных условиях	при выполнении мероприятия	
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечание: мероприятия по сокращению выбросов каждого вредного вещества заносят в данную таблицу последовательно для I, II и III режимов работы предприятия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Форма журнала для записи предупреждений (оповещений) о неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ)

№ п/п	Дата, время приема	Текст предупреждения или оповещения о НМУ	Фамилия, И. О. принявшего	Фамилия, И. О. передавшего	Меры, принятые по сокращению выбросов	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Примечание: в графе 6 указывают, в какие цеха передана информация и какие конкретные меры приняты на предприятии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

АКТ
Проверки воздухоохранной деятельности в периоды НМУ

_____
(наименование предприятия, ведомственная принадлежность)

_____

проведенной с _____ **по** _____ **г.**

_____
(место проверки, город)

Составлен:

1. _____
(должность, фамилия)

2. Фамилии, И. О. проверяющих _____

_____

При участии:

1. _____
(должности, фамилии, И. О. представителей предприятия)

2. _____

В результате проверки установлено:

_____
(текст)

№ п/п	Предписания	Срок исполнения предписания	Обоснование

Участники проверки подписи

Представитель предприятия подпись

Акт принят к исполнению подпись руководителя предприятия, учреждения

_____
(дата)

Составлен в _____ экземплярах

1-й экземпляр —

2-й экземпляр — (наименование организации,

3-й экземпляр — получающей материалы акта)

Примечания. 1. При необходимости следует применять санкции к виновным в нарушениях законодательства по охране атмосферного воздуха и составить протокол по установленной форме. 2. При комплексных проверках во взаимодействии с другими органами государственного контроля за охраной атмосферного воздуха акт подписывают все их представители.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллова В. И. Возможности прогноза максимальных концентраций примесей в городском воздухе // Труды ГГО. — 1998. — Вып. 549. — С. 200—210.

2. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 328 с.

3. Лапиков В. В., Николаев В. Д., Сонькин Л. Р. Система прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — 2003. — № 1 (27). — С. 5—55.

4. Лапиков В. В., Сонькин Л. Р. Возможности повышения эффективности работ по прогнозу и предотвращению опасных уровней загрязнения воздуха на основе учета вклада предприятий и отдельных источников выбросов (на примере г. Уфа) // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — 1998. — № 2 (18). — С. 69—76.

5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД—86. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986.— 93 с.

6. Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. РД 52.04.52—85. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 52 с.

7. Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях (проект). Вопросы защиты атмосферы от загрязнения // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — № 2 (24). — 2001. — С. 48—96.

8. Покровская Т. В. Синоптико-климатологические и гелиофизические долгосрочные прогнозы погоды. — Л.: Гидрометеоиздат, 1969. — 225 с.

9. Прогноз высоких уровней загрязнения воздуха в городах. Прогноз загрязнения воздуха на трое суток (методические рекомендации). — СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. — 32 с.

10. Пьянцев Б. Н., Сонькин Л. Р. и др. Синоптические условия формирования высокого загрязнения воздуха в группе городов промышленного региона // Тр. ГГО. — 1984. — Вып. 479. — С. 69—75.

11. Рекомендации по основным вопросам воздухоохранной деятельности. — М., 1995.— 57 с.

12. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186—89. — М., 1991.

13. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. РД 52.04.306—92. — СПб.: Гидрометеоиздат, 1993.— 104 с.

14. Сонькин Л. Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1991.— 224 с.

15. Сонькин Л. Р., Волкодаева М. В. Метод прогноза загрязнения воздуха в районе отдельных автомагистралей // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — 1996 — № 2. — С. 22—28.

16. Сонькин Л. Р., Николаев В. Д. Синоптический анализ и прогноз загрязнения атмосферы // Метеорология и гидрология. — 1993.— № 5.— С. 14—20.

17. Сонькин Л. Р., Николаев В. Д., Лапиков В. В. Установление количества режимов работы предприятий в периоды неблагоприятных метеорологических условий на территории города // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — 1999.— № 2 (20).— С. 24—30.

18. Сонькин Л. Р., Николаев В. Д., Лапиков В. В. Эффективность работ по прогнозу высоких уровней загрязнения воздуха в городах и регулирование выбросов // Инф. бюл. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А. И. Воейкова. — 2001. — № 1 (23). — С. 30—36.

19. Сонькин Л. Р., Николаев В. Д., Лапиков В. В. и др. Прогнозирование высоких уровней загрязнения воздуха в городах и промышленных регионах // Современные исследования ГГО к 150-летию со дня основания. — СПб., 1999.— С. 127—143.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Список основных обозначений и сокращений 7
1. Составление прогнозов загрязнения воздуха для отдельных источников выбросов. Разделение источников на группы и установление комплексов НМУ 8
2. Составление предупреждений. Определение числа их степеней опасности и режимов работ на предприятиях в периоды НМУ 14
3. Защита атмосферы от загрязнения, создаваемого выбросами автотранспорта в периоды НМУ 19
3.1. Прогноз по городу в целом 20
3.2. Прогноз для отдельных автотрасс и групп автотрасс 21
3.2.1. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс первой группы .. 23
3.2.2. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс второй группы ... 24
3.2.3. Рекомендации для оперативного прогнозирования загрязнения воздуха в районе автотрасс третьей группы ... 24
4. Прогнозирование высоких уровней загрязнения воздуха при неполных данных о параметрах источников выбросов на предприятиях ... 25
5. Прогноз загрязнения воздуха для предприятий, расположенных за пределами городов 28
6. Прогноз опасных уровней загрязнения воздуха на территории предприятий 32
7. Прогноз экстремально высоких уровней загрязнения воздуха в городах и регионах 37
7.1. Анализ территориального распределения загрязнения воздуха в городах 37
7.2. Анализ ЭВУЗВ в отдельных городах 38
7.3. Анализ синоптических условий формирования ЭВУЗВ в городах и регионах 39
7.4. Прогностические правила 40
7.5. Схемы прогноза загрязнения воздуха в регионе 46
7.5.1. Схема графической регрессии 47
7.5.2. Схема линейной регрессии 49
7.6. Схемы прогноза ЭВУЗВ в городах 50
7.6.1. Схема по методу графической регрессии 52
7.6.2. Схема по методу множественной линейной регрессии ... 54
8. Прогноз наибольших концентраций примесей в воздухе различных районов города 57
8.1. Разработка прогностических схем 60
8.2. Применение метода множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей 62
8.3. Применение метода последовательной графической регрессии ... 65

9. Прогноз загрязнения воздуха в городе с заблаговременностью трое суток 69
10. Организация работ, взаимодействие различных ведомств и учреждений в периоды НМУ 76
10.1. Работы, выполняемые Росгидрометом 76
10.2. Работы, выполняемые промышленными и транспортными предприятиями 78
10.3. Совместные работы подразделений Росгидромета и предприятий 78
10.4. Работы, выполняемые комитетами охраны природы 79
10.5. Работы, выполняемые санэпидемнадзором 80
10.6. Работы, выполняемые ГАИ 80
10.7. Работы, выполняемые радиокомитетами 81
10.8. Работы, выполняемые администрацией субъекта РФ и города 81
11. Учет НМУ при разработке проекта тома ПДВ 82
12. Регулирование выбросов при НМУ 84
12.1. Общие положения 85
12.2. Основные принципы разработки мероприятий по регулированию выбросов 86
12.3. Составление предупреждений о повышении уровня загрязнения воздуха 90
12.3.1. Составление предупреждений для предприятий и отдельных источников 90
12.3.2. Составление предупреждений по городу в целом ... 92
12.4. Выбор городов и предприятий. Установление примесей, выбросы которых следует сокращать в периоды НМУ 93
12.5. Определение необходимого снижения концентраций примесей в воздухе и выбросов в периоды НМУ 94
12.5.1. Определение снижения концентраций примесей, создаваемых отдельными источниками выбросов 95
12.5.2. Определение необходимого снижения концентрации примесей по городу в целом 95
12.6. Порядок разработки мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ 96
12.6.1. Общие рекомендации 96
12.6.2. Оформление материалов по регулированию выбросов 97
12.7. Оценка эффективности мероприятий по регулированию выбросов 98
12.7.1. Оценка эффективности мероприятий с использованием количественных показателей снижения выбросов 98
12.7.2. Оценка эффективности мероприятий по расчетным концентрациям загрязняющих веществ в воздухе и с учетом высоты поступления примесей в атмосферу 99

12.7.3. Рекомендации по оценке эффективности мероприятий на основе наблюдений за концентрациями примесей в воздухе 103
12.8. Порядок согласования планов мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ 105
12.9. Порядок доведения предупреждений до заинтересованных организаций 105
12.10. Проверка деятельности предприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ 107
12.10.1. Плановая проверка 107
12.10.2. Оперативная проверка 111
Заключение 113
Приложение 1. Постановление от 28 ноября 2002 г. № 847 «О порядке ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух» 114
Приложение 2. Примеры специфических мероприятий на предприятиях отдельных отраслей промышленности 117
Приложение 3. Мероприятия по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды НМУ 121
Приложение 4. Форма журнала для записи предупреждений (оповещений) о неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) 122
Приложение 5. Акт проверки воздухоохранной деятельности в периоды НМУ 123
Список литературы 124

Научно-производственное издание

СИСТЕМА ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ

Редактор *А. Б. Иванова*. Технический редактор *Н. Ф. Грачева*.
Корректор *И. А. Крайнева*. Компьютерная верстка *А. Б. Иванова*.

ЛР № 020228 от 10.11.96 г.

Подписано в печать 15.05.04. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 8,25. Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 8,1. Тираж 300 экз. Индекс 283/03.

Гидрометеоиздат. 199397. Санкт-Петербург, В. О., ул. Беринга, д. 38.

gost.e-ecolog.ru