

ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ФОНОВОЙ ДОБАВКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВОДНЫХ РАСЧЕТОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

THE PROBLEM OF ACCOUNTING BACKGROUND ADDITIVES DURING CONDUCTING OF SUMMARY CALCULATIONS AND EMISSION QUOTAS

M. Ovodkov
M. Tkachev
V. Sukhov

Summary. The article describes the problems of discrepancy between calculated and instrumentally measured concentrations of pollutants at control points of pilot cities participating in the federal Clean Air project and the experiment on emission quotas during summary calculations of atmospheric air pollution. The reasons for the need to introduce background additives into summary calculations and the factors affecting the accuracy of summary calculations are investigated.

Keywords: atmospheric air, emissions, pollutants, summary calculations of atmospheric pollution, background additive.

Оводков Михаил Владимирович

кандидат технических наук, руководитель, Научно-методический центр экологического моделирования, прогнозирования и оценок ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт «Экология»
m.ovodkov@vniiecolology.ru

Ткачев Максим Александрович

инженер по мониторингу, Научно-методический центр экологического моделирования, прогнозирования и оценок ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт «Экология»
m.tkachev@vniiecolology.ru

Сухов Всеволод Вадимович

младший научный сотрудник, Научно-методический центр экологического моделирования, прогнозирования и оценок ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт «Экология»
v.suhov@vniiecolology.ru

Аннотация. В статье описана проблематика, связанная с расхождением расчетных и инструментально измеренных концентраций загрязняющих веществ в контрольных точках пилотных городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. Исследованы причины необходимости введения в сводные расчеты фоновых добавок и факторы, влияющие на точность сводных расчетов.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, сводные расчеты загрязнения атмосферы, фоновая добавка.

Введение

В соответствии с Указом Президента РФ [2] экологическое благополучие включено в одну из семи национальных целей развития нашей страны на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года. В современных реалиях наиболее актуальной экологической проблемой, затрагивающей благополучие миллионов граждан нашей страны, является проблема техногенного загрязнения атмосферного воздуха.

Предпосылками для формирования требований к совершенствованию методологических основ оценки последствий загрязнения атмосферы является продолжающаяся опасная тенденция сохранения, а по отдельным показателям и роста, объемов выбросов загрязняющих веществ (далее — ЗВ) в атмосферу и масштабов их распространения на территориях промышленной и инфраструктурной активности. При этом токсическая

опасность атмосферных поллютантов характеризуется ростом негативных последствий их воздействия на организм человека.

Для реализации поставленных задач в 2018 году в рамках национального проекта «Экология» стартовал федеральный проект «Чистый воздух» (далее — ФПЧВ) и эксперимент по квотированию выбросов, руководство которыми с августа 2021 года возложено на Минприроды России.

В наиболее общем виде в рамках ФПЧВ можно выделить две основные составляющие, взаимодополняющие друг друга в деле достижения целевых показателей, установленных перечисленными майскими указами — это региональные комплексные планы снижения выбросов, призванные обеспечить поэтапное сокращение валовых выбросов посредством выполнения прописанных в данных планах конкретных воздухоохраных мероприятий,

и сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха (далее — СР), на основании которых выделяются котируемые объекты, приоритетные загрязняющие вещества и устанавливаются квоты выбросов [9].

Все результаты как в СР, так и в системе квотирования выбросов формируются исключительно расчетным методом. Математический аппарат эксперимента основан на официальной расчетной модели МРР-2017 [5], которая помимо эксперимента по квотированию получила широкое применение при нормировании выбросов отдельных предприятий.

После проведения СР становится возможным перейти к следующим этапам эксперимента — формированию перечней приоритетных загрязняющих веществ [11], перечней котируемых объектов, доведению до котируемых объектов допустимых вкладов в концентрации и утверждению квот выбросов. Несмотря на экспериментальный характер правоотношений, определенный Федеральным законом [1], установленные на основе СР квоты являются обязательными к соблюдению экологическими нормативами.

На сегодняшний день в периметре ФПЧВ и эксперимента по квотированию находится 41 пилотный город [1, 12]. Данные города были включены в ФПЧВ в связи с отмечаемым в них Росгидрометом высоким и сверхвысоким уровнем загрязнения атмосферы.

По состоянию на май 2024 года научно-исследовательским институтом ФГБУ «ВНИИ Экология», находящемся в ведомственном подчинении Минприроды России, подготовлены СР по всем пилотным городам. Примененная «ВНИИ Экология» методология подготовки СР подробно описана в статье [10].

К весьма важному в структуре работ по СР относится этап уточнения СР по данным государственного мониторинга атмосферного воздуха, осуществляемого на стационарных пунктах наблюдения за загрязнением воздуха Росгидромета (далее — ПНЗ). При этом согласно Правилам [7] возникающие расхождения расчетных приземных концентраций и данных ПНЗ надлежит урегулировать путем введения фоновой добавки. Однако вопрос введения фоновой добавки не регламентирован исчерпывающим образом, что способно создать определенные проблемы на этапе квотирования выбросов.

1. Инструментальные и расчетные способы определения фонового загрязнения атмосферы

Как известно, фоновое загрязнение атмосферы — это характеристика загрязнения атмосферного воздуха, отражающая концентрации загрязняющих веществ, создаваемые всеми источниками выбросов ЗВ в атмос-

феру (далее — ИЗАВ) на рассматриваемой территории, исключая ИЗАВ, для которого определяется фоновая концентрация. Для определения уровня фонового загрязнения атмосферного воздуха используется сеть мониторинговых станций, наличие которой позволяет определять концентрации загрязняющих веществ (далее — ЗВ) в различных частях города.

Государственная наблюдательная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Российской Федерации в 2022 году состояла из 618 пунктов наблюдений, расположенных в 219 городах. Количество лабораторий мониторинга загрязнения атмосферы, задействованных в работах по определению концентраций загрязняющих веществ, составляет 149 [8]. ПНЗ подразделяются на стационарные, маршрутные и передвижные, что позволяет получать репрезентативные данные о концентрациях ЗВ в приземной атмосфере. Наблюдения ведутся по полной, неполной, сокращенной и суточной программам, которые отличаются друг от друга количеством измерений, проводимых в сутки, а также перечнем ЗВ, контролируемых в рамках мониторинга. На основании непрерывных многолетних наблюдений формируются временные ряды данных, статистическая обработка которых позволяет определить среднесуточные, среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, а также 98-й процентиль, представляющий собой значение концентрации, ниже которой расположены 98 % полученных на ПНЗ результатов.

В конце каждого года на основе данных с ПНЗ подготавливаются территориальные ежегодники состояния и загрязнения атмосферного воздуха в Управлениях по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «УГМС»). ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (далее — ФГБУ «ГГО») — научно исследовательский центр Росгидромета, на их основе, а также по имеющимся данным о выбросах загрязняющих веществ, подготавливает сводный Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России [8].

Говоря о понятии расчетного мониторинга загрязнения атмосферы, которое, к сожалению, пока не нашло отражения в официальных нормативно-методических документах, следует отметить официальную функцию Росприроднадзора по выдаче справок о фоновом загрязнении атмосферы на основе СР. Так, при наличии СР согласно п.16 раздела II Методики [3] сведения о фоновых концентрациях ЗВ запрашиваются в органах государственной власти соответствующего субъекта РФ, или, при проведении СР для городских округов — участников эксперимента по квотированию выбросов, в соответствующем территориальном органе Росприроднадзора. Справки выдаются на основании заявлений в соответствии с Временным порядком [4]. Важно отметить, что

если ПНЗ позволяют определять фон для ограниченно-го числа ЗВ, обычно не более 40, то с применением СР фоновое загрязнение можно смоделировать для всех ЗВ, которые учтены в инвентаризациях предприятий, в большинстве городов это 200 и более ЗВ.

Проблематика учета фонового загрязнения атмосферы традиционными методами требует отдельного исследования, однако можно с уверенностью утверждать, что именно проблемы с корректностью учета фона, в том числе, стали причиной сверхнормативного загрязнения атмосферы и жалоб жителей, когда стала возможной ситуация, при которой все крупные предприятия в городе имеют утвержденные в установленном порядке нормативы ПДВ/НДВ, добросовестно соблюдают данные нормативы, при этом в жилой зоне фиксируются превышения нормативов ПДК. Данная ситуация, как видится, и стала одной из причин экспериментального введения сводных расчетов и квотирования выбросов на их основе, как новой более эффективной системы нормирования выбросов.

2. Учет фоновой добавки при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферы

Одним из основных результатов СР служат данные о концентрациях ЗВ в контрольных точках (далее — КТ), а также об основных вкладчиках в концентрации (предприятиях и их ИЗАВ). В соответствии с пунктом 37 раздела VII, а также разделом VIII Правил [7] в перечень КТ для проведения СР обязательно включаются ПНЗ. Как показывает практика, расчетные концентрации по результатам СР не всегда совпадают с концентрациями, измеренными на ПНЗ. В таких случаях в рамках проведения или актуализации СР проводится уточнение результатов СР путем сопоставления расчетных концентраций с данными ПНЗ.

Климатические справки, адреса ПНЗ и полученные на них концентрации ЗВ были предоставлены нашему Институту от ФГБУ «ГГО». Данные ГГО содержат таблицы со среднегодовыми и среднесезонными фоновыми концентрациями, а также 98-й процентиль функции распределения концентраций. Сопоставление этих данных показало, что имеются расхождения расчетных значений с данными мониторинга как по максимально разовым, так и по долгопериодным концентрациям.

Для уточнения СР Правилами [7] предписано введение в СР фоновой добавки, которая рассматривается как дополнительный фон от неучтенных ИЗАВ, которые по тем или иным причинам не были включены в СР. Механизм введения фоновой добавки описан в пунктах 39–55 Правил [7]. Фоновая добавка рассчитывается по формуле (1).

$$\Delta \bar{c} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \Delta c_j \quad (1)$$

где J — общее количество использованных при анализе ПНЗ;

Δc_j — величина расхождения между инструментальной и расчетной концентрациями.

Согласно параграфу VIII Правил [7] при совместном анализе по максимальным разовым концентрациям, полученные при проведении Сводных расчетов значения максимальных разовых концентраций сопоставляются с процентилем функции распределения измеренных концентраций. Фоновая добавка вводится только в том случае, когда разность значений процентилей функции распределения измеренных концентраций и расчетной концентрации на ПНЗ положительная и превышает 25 % значения процентилей функции распределения измеренных концентраций. Аналогично, при совместном анализе по среднегодовым (среднесезонным) концентрациям, значения среднегодовых (среднесезонных) концентраций, полученных в результате Сводных расчетов, сопоставляются со значениями фоновых концентраций, определенных посредством ПНЗ. Фоновая добавка вводится только в том случае, когда разность значений среднегодовых (среднесезонных) концентраций, полученных на ПНЗ, и среднегодовых или среднесезонных фоновых концентраций, полученных по результатам СР, положительная и превышает 25 % значения среднегодовых (среднесезонных) фоновых концентраций, полученных на ПНЗ.

В таблице 1 представлены данные об общем количестве измеряемых на ПНЗ ЗВ, количестве ЗВ, по которым расчетные концентрации ниже, чем измеренные на ПНЗ, а также о количестве введенных по причине превышения измеренных концентраций над расчетными фоновых добавок в разрезе пилотных городов.

Из таблицы 1 видно, что количество ЗВ, по которым расчетные концентрации ниже, чем измеренные на ПНЗ, зачастую превышает количество ЗВ, для которых введена фоновая добавка, так как для части веществ разность между измеренной и расчетной концентрациями незначительна.

В таблице 2 представлен фрагмент типовой таблицы из Заключения о проведении СР с указанием концентраций заданного ЗВ в КТ с учетом и без учета фоновой добавки.

Согласно данным таблицы 2, фоновая добавка для максимальных разовых концентраций сероводорода, рассчитанная по формуле (1), для Читы составила 0,54 ПДК или же 0,004 мг/м³.

Таблица 1.
Основания для введения фоновых добавок в СР

Город	Количество ПНЗ	Общее количество веществ, измеряемых на ПНЗ	Количество ЗВ, по которым расчетные концентрации ниже, чем измеренные на ПНЗ		Количество ЗВ, для которых введена фоновая добавка
			СГ	МР	
			Братск	5	
Красноярск	8	35	4	4	7
Липецк	7	30	7	4	1
Магнитогорск	6	32	6	6	3
Медногорск	2	33	2	3	5
Нижний Тагил	4	31	3	2	5
Новокузнецк	8	25	3	2	5
Норильск	3	21	6	3	1
Омск	9	34	9	8	1
Челябинск	9	33	3	5	5
Череповец	6	29	8	18	4
Чита	6	24	6	5	6
Абакан	2	18	5	3	1
Астрахань	5	17	4	3	1
Барнаул	5	19	7	4	4
Иркутск	7	27	7	4	5
Махачкала	3	14	5	4	3
Ростов-на-Дону	7	20	5	1	3
Гусиноозерск	1	10	2	0	0
Селенгинск	2	14	1	1	2
Улан-Удэ	4	24	6	5	1
Кызыл	3	10	6	3	1
Черногорск	1	8	4	2	1
Петровск-Забайкальский	1	8	4	3	2
Ачинск	3	16	6	4	3
Лесосибирск	2	8	6	4	1
Минусинск	1	8	8	4	1
Усурийск	1	13	3	0	1
Комсомольск-на-Амуре	4	30	7	8	1
Чегдомын	1	7	5	3	1
Ангарск	5	23	7	6	4
Зима	2	18	5	2	3
Свирск	1	14	3	2	1

Город	Количество ПНЗ	Общее количество веществ, измеряемых на ПНЗ	Количество ЗВ, по которым расчетные концентрации ниже, чем измеренные на ПНЗ		Количество ЗВ, для которых введена фоновая добавка
			СГ	МР	
Усолье-Сибирское	2	20	8	6	2
Черемхово	2	10	4	1	1
Шелехов	2	19	3	5	4
Кемерово	8	22	7	2	3
Курган	5	18	3	0	3
Искитим	3	7	3	1	0
Новочеркасск	3	7	5	3	3
Южно-Сахалинск	4	16	4	2	6

Таблица 2.
Значения максимальных разовых концентраций сероводорода без учета и с учетом фоновой добавки в Чите

Наименование КТ	Значения максимальных разовых концентраций сероводорода			
	без учета фоновой добавки		с учетом фоновой добавки	
	концентрации, мг/м ³	кратность превышения ПДК	концентрации, мг/м ³	кратность превышения ПДК
ПНЗ № 2 улица Набережная, 66Б	0,002949	0,368611	0,007271	0,908924
ПНЗ № 3 улица Лазо, 30	0,001510	0,188793	0,005833	0,729105
ПНЗ № 4 переулок Октябрьский, 7	0,008939	1,117420	0,013262	1,657732
ПНЗ № 5 улица Красной Звезды, 75	0,000823	0,102885	0,005146	0,643197
ПНЗ № 6 улица Алексея Брызгалова, земельный участок 18	0,000714	0,089216	0,005036	0,629529
ПНЗ № 7 улица Чкалова, 148А	0,000412	0,051483	0,004734	0,591795

На рисунках 1–2 показаны максимально разовые концентрации формальдегида с учетом и без учета фоновой добавки.

Как видно на рисунках 1–2 фоновая добавка равномерно распределена по всем КТ. Если до введения фоно-

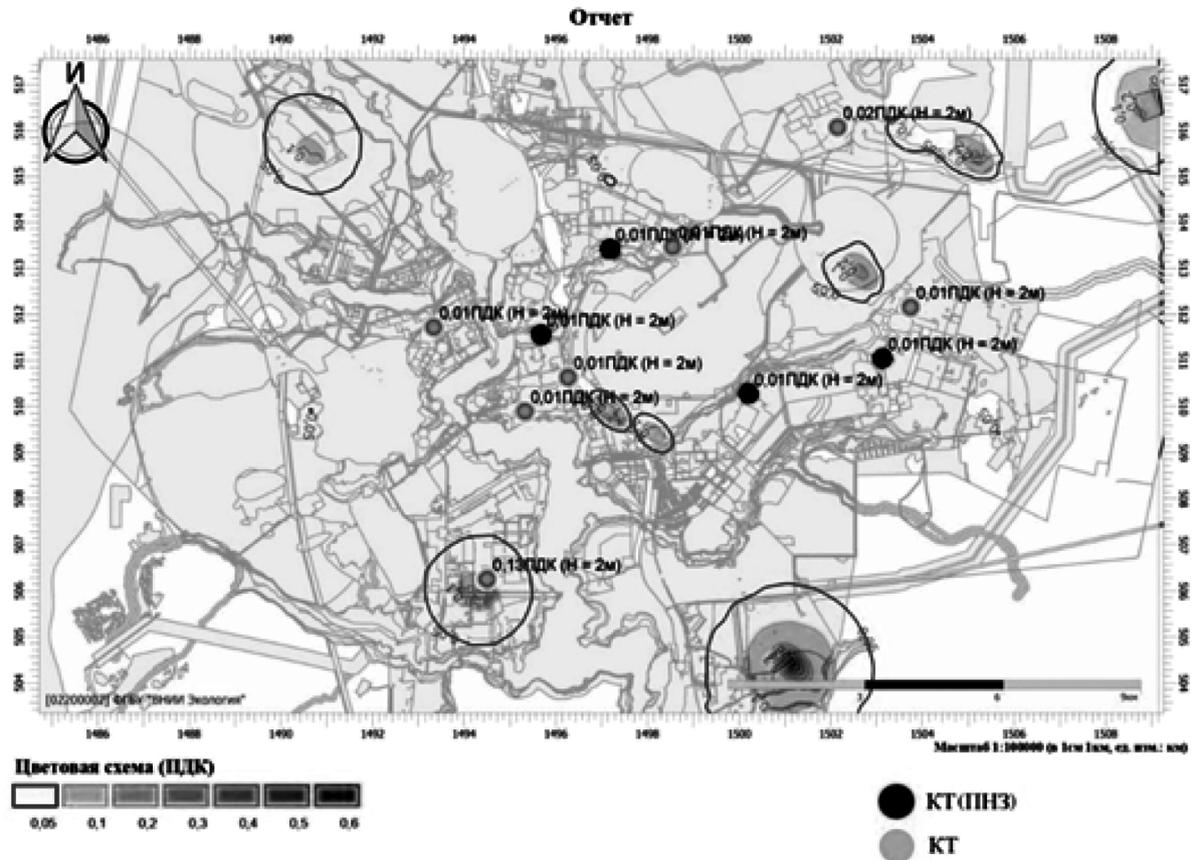


Рис. 1. Концентрации формальдегида без учета фоновой добавки

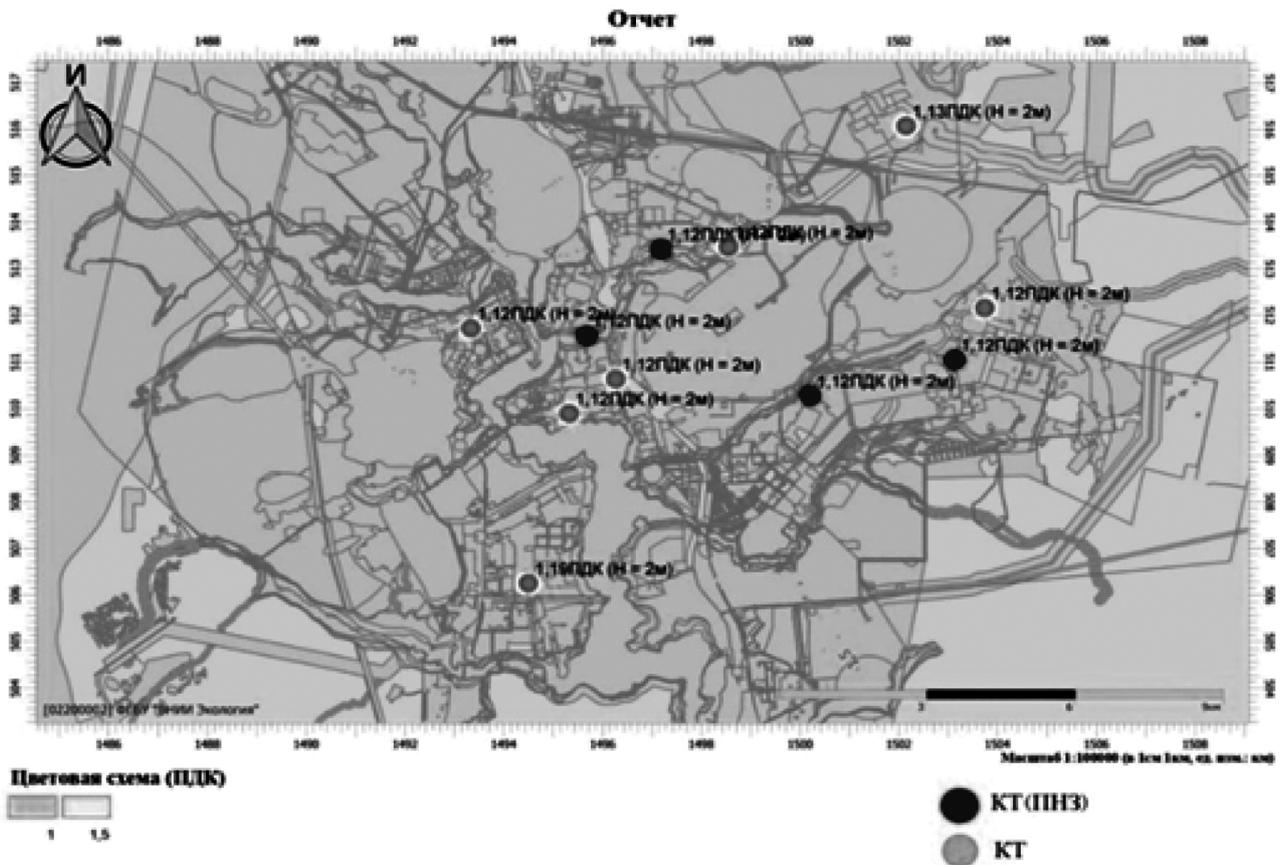


Рис. 2. Концентрации формальдегида с учетом фоновой добавки

вой добавки концентрации формальдегида в КТ составили не более 0,2 ПДК, то после введения таковой они достигли 1–1,5 ПДК.

По результатам проведения СР в пилотных городах ФПЧВ следует констатировать, что причинами расхождений расчетных концентраций, полученных с применением СР, с измеряемыми на ПНЗ являются:

- использование в СР недостоверных инвентаризационных данных о выбросах и их источниках (причиной недостоверных данных являются технические ошибки, некорректные методики расчета выбросов от стационарных источников, неучтенные выбросы);
- неучтенные источники выбросов в границах города (в т.ч. в связи с невыполнением требования о необходимости учета не менее 95% суммарных выбросов от объектов негативного воздействия, поставленных на госучет);
- эффект вторичного загрязнения (характерен для твердых частиц, а также мельчайших частиц, переносимых на них, таких как бенз(а)пирен) и эффект трансформации ЗВ под воздействием окружающей среды;
- трансграничное загрязнение атмосферы, обусловленное, например, лесными пожарами, или выбросами от объектов, расположенных за пределами города, и по этой причине не включенных в СР. Это характерно для ИЗАВ с большой высотой выброса — так, при рассеивании ЗВ от трубы высотой более 100 метров, концентрации ЗВ в приземном слое достигают максимума в радиусе 3–6 километров от ИЗАВ, а общий радиус рассеивания ЗВ может достигать десятков километров;
- несовершенство математической модели, примененной для СР;
- применение для проведения СР математической модели, предназначенной для определения приземных концентраций ЗВ только для определенных условий состояния атмосферы, например при НМУ, что не соответствует условиям, при которых производятся измерения на ПНЗ;
- несовершенство программных продуктов, автоматизирующих расчет по математической модели СР;
- осреднения и допущения при стилизации автодорог и АИТ, как ИЗАВ (приведение дорог к совокупности площадных источников, аппроксимация точечных АИТ в полигоны);

- идентификационные возможности ПНЗ, возможные сбои в индикации;
- возможные отклонения от методик обработки временных рядов данных, полученных на ПНЗ.

Для устранения расхождений должны применяться следующие методы:

- углубленная проверка инвентаризаций, позволяющая выявить ошибки в геометрических и аэродинамических параметрах выбросов и их источников, некорректные коэффициенты оседания и влияния рельефа, а также некорректный учет режима работы ИЗАВ — неодновременность, нестационарность, аварийные и залповые выбросы;
- выявление и включение в СР неучтенных ИЗАВ;
- учет в СР сопредельных ИЗАВ за границами города в т.ч. путем проведения единого сводного расчета по нескольким городам, в случае их расположения на относительно небольшом расстоянии друг от друга и наличии в городах ИЗАВ с относительно большой (более 100 м) высотой выброса;
- моделирование эффекта вторичного загрязнения (требует отдельного исследования);
- совершенствование математической модели СР (требует отдельного исследования действующей официальной модели МРР-2017 и альтернативных моделей).

Заключение

Итак, при проведении СР необходимо учитывать фоновое загрязнение атмосферы. По результатам проведенной «ВНИИ Экология» масштабной подготовки СР по 41 пилотному городу-участнику ФПЧВ и эксперимента по квотированию установлено 10 факторов, влияющих на расхождения СР с данными ПНЗ. Тем не менее, регламентный этап сопоставления расчетных концентраций и концентраций с ПНЗ в обязательном порядке был реализован при проведении СР по каждому пилотному городу, для чего были запрошены и проанализированы данные ГТО по ПНЗ.

На основании изложенного, в порядке дальнейших исследований по теме фонового загрязнения, весьма актуальной задачей представляется научно-методическая проработка корректного учета фоновой добавки при квотировании выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха».
2. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
3. Методика разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденная приказом Минприроды России от 11.08.2020 № 581.
4. Приказ Росприроднадзора от 20.12.2021 № 899 «Об утверждении временного порядка выдачи территориальными органами Росприроднадзора сведений о фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, проведенных на территориях реализации эксперимента по квотированию выбросов».
5. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утвержденные приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273.
6. Правила квотирования выбросов загрязняющих веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух, утвержденные приказом Минприроды России от 29.11.2019 № 814.
7. Правила проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию, утвержденные приказом Минприроды России от 29.11.2019 № 813.
8. Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 г.». ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2023.
9. Оводков М.В. Актуализация сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха / М.В. Оводков, С.И. Баранникова, В.Н. Азаров // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2023. — Вып. 1(90). — С. 211–223.
10. Оводков М.В. О подготовке сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в рамках федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов / М.В. Оводков, А.Д. Миронова, М.В. Никитин, М.А. Ткачев // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сборник трудов к XXV экологическому Конгрессу «Атмосфера» / под ред. канд. геогр. наук В.А. Коплан-Дикс. — СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. — С. 79–101.
11. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В. Научное обоснование приоритетных веществ, объектов квотирования и направлений действий по снижению аэрогенных рисков здоровью населения при реализации полномочий санитарной службы Российской Федерации // Анализ риска здоровью. — 2022. — № 4. — С. 4–17.
12. Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р «Об утверждении Перечня городских поселений и городских округов с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха, дополнительно относящихся к территориям эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ».

© Оводков Михаил Владимирович (m.ovodkov@vniiecolology.ru); Ткачев Максим Александрович (m.tkachev@vniiecolology.ru);

Сухов Всеволод Вадимович (v.suhov@vniiecolology.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»