

IV. ТЕОРИЯ – ПРАКТИКЕ

УДК 504.3.054; 504.3.064

Д.В. Стыцюра¹

ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИМЕСИ, ВЫНОСИМОЙ ЗА ПРЕДЕЛЫ ОБЛАСТИ ИНТЕНСИВНОГО ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Процесс определения количества примеси, вынесенной с конкретной территории, включает в себя решение задач: определение характеристик территории, как источника загрязнения атмосферы основано на источниках выбросов, которые являются основными загрязнителями атмосферы выбранной территории (города); определение количественных характеристик накопления вредных выбросов в атмосферном воздухе.

Проверка достоверности расчетных данных, полученных при использовании предлагаемого метода, проводилась путем сравнения расчетных данных и данных натурных замеров, сделанных на территории г. Уссурийска. Расчеты произведены для состояния метеорологических характеристик, имеющих место в период проведения замеров. Анализ расчетных данных и данных замеров доказывает о корректности предложенных методов.

Актуальной задачей экологических исследований является прогноз загрязнения атмосферного воздуха над конкретной терри-

¹ Стыцюра Дмитрий Вячеславович, старший преподаватель кафедры Информационных систем и компьютерных технологий ВГУЭС. Главный специалист ГУ ДВО НИИ природа г. Владивосток, Специальность Геоэкология 25.00.36
E-mail: stitsura@mail.ru

торией Процесс загрязнения атмосферного воздуха над конкретной территорией имеет два основных этапа.

На первом этапе, который характеризуется относительно небольшими выбросами, примесь (загрязняющие вещества (ЗВ), поступающая в атмосферу от объектов загрязнения (промышленные производства, автотранспорт), выносится за пределы рассматриваемой территории с интенсивностью, зависящей от характера выброса и состояния метеорологических характеристик района размещения.

На втором этапе загрязнения интенсивность выброса примеси увеличивается до значения, превосходящего количество вынесенной примеси с территории предприятия, что обеспечивает накопление загрязняющих веществ и, соответственно, рост их концентрации в атмосферном воздухе.

Таким образом, для осуществления прогнозов загрязнения атмосферного воздуха, критически важна информация о количестве примеси, которое может быть вынесено за пределы рассматриваемой территории в зависимости от характеристик источников выброса и метеоэлементов.

Процесс определения количества примеси, вынесенной с конкретной территории, включает в себя следующие задачи¹.

1. Определение характеристик территории, как источника загрязнения атмосферы основано на источниках выбросов, которые являются основными загрязнителями атмосферы выбранной территории (города):

- определение источников выбросов и их местоположения на карте местности;
- определение характеристик источников загрязнения – геометрических характеристик, количественных и качественных характеристик используемого сырья;
- определение номенклатуры загрязняющих веществ, выбрасываемых источниками;
- определение расчетных периодов года;
- определение максимально разового и валового количества выбросов вредных веществ источниками.

2. Определение количественных характеристик накопления вредных выбросов в атмосферном воздухе:

- определение объема динамического накопления загрязняющих веществ, который основан на расчете площади влияния источников выбранной территории и высоты подъема вредных веществ, выброшенных источниками загрязнения атмосферы;

¹ Берлянд М.Е. и др. О моделировании загрязнения атмосферы в городах. Тр. ГО АН СССР, 2000 г.

Безуглая Э. Ю. К определению потенциала загрязнения воздуха. – Тр. ГГО, 1968.

- определение нормативного значения валовых выбросов загрязняющих веществ рассматриваемой территории (способности атмосферы рассматриваемой местности к очищению от загрязняющих веществ);

Расчетная часть включает в себя:

- расчет количества выбросов вредных веществ от основных загрязнителей атмосферного воздуха;
- расчет рассеивания ЗВ в атмосфере для определения приземных концентраций ЗВ и определения размеров зоны влияния источников ЗВ города на окружающую город территорию;
- расчет количества выноса примеси в единицу времени за территорию города, и, на ее основании, допустимого количества выбрасываемых вредных веществ.

Определение источников - основных загрязнителей атмосферы и характеристик источников возможно произвести с помощью сводного тома ПДВ для предприятий, располагающихся на выбранной территории. Номенклатура выбрасываемых веществ, максимально разовые и валовые выбросы вредных веществ источниками - основными загрязнителями атмосферы выбранной территории определяется на основании действующих методик по определению количества выбросов загрязняющих веществ для различных производств. Расчетный период целесообразно определять исходя из интенсивности источников выбросов (сезонность работы) и состояния климатических характеристик рассматриваемой местности.

Для определения количественных характеристик процессов накопления и способности атмосферы над конкретной территорией вынести за ее пределы ЗВ, необходимо определить характерный объем воздуха над рассматриваемой территорией, концентрация ЗВ, которая превышает гигиенические нормативы.

Для определения такого объема необходимо определить высоту подъема дымовых газов и площадь влияния источников ЗВ на загрязнение атмосферы, над которой происходит выброс ЗВ. Автором предлагается использование уравнения Бритса¹.

Уравнение Бритса для расчета подъема струи являются наиболее часто используемым в зарубежной практике.

Уравнение Бритса для расчета подъема струи основывается на Теории вовлечения воздуха в струю и плавучести струи:

$$\Delta H = 1.6 \cdot F^{\frac{1}{3}} \cdot U^{-1} \cdot (3.5 \cdot X)^{\frac{2}{3}};$$

$$X = 14 \cdot F^{5.8}, \text{ если } F \leq 55;$$

¹ Безуглая Э. Ю. «Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах». Гидрометеиздат, 1986 г.

$$X = 34 \cdot F^{\frac{2}{5}}, \text{ если } F > 55,$$

где ΔH - подъем струи, м;

$$F = g \cdot V \cdot R^2 \cdot \frac{T_r - T_{\text{воз.}}}{T_s};$$

где g - ускорение силы тяжести, м/с²;

V - средняя скорость выхода газов из трубы, м/с;

R - внутренний радиус трубы, м;

T_r - средняя температура газов в струе, К;

$T_{\text{воз.}}$ - температура окружающего воздуха, К;

U - скорость ветра на высоте трубы, м/с.

H представляет собой подъем струи в метрах, который следует добавить к физической высоте трубы, чтобы определить эффективную высоту источника. F - вертикальный поток за счет плавучести (архимедовых сил), который определяется в соответствии с приведенным выражением.

Площадь интенсивного влияния целесообразно рассматривать как площадь, ограниченной изолинией концентрацией 1 ПДК, построенная в результате расчетов рассеивания выбросов вредных веществ от источников, расположенных на рассматриваемой территории, усредненных по расчетному периоду, в связи с тем, что¹:

- фактическое непрерывное влияние ИЗВ на окружающую среду характеризует территория, очерченная внешней изолинией 1 ПДК и построенная в результате расчетов рассеивания выбросов вредных веществ, усредненных по расчетному периоду. Мгновенное воздействие, которое может длиться непродолжительное время, при определенном состоянии метеорологических характеристик характеризует изолиния, построенная при использовании максимально разовых значений выбросов ЗВ,

- территория, очерченная внешней изолинией 1 ПДК совокупных концентраций источников, в случае превышения выбросами способности атмосферы к выносу примеси, является территорией интенсивного накопления ЗВ, что упрощает анализ влияния накопления на приземные концентрации, создаваемые максимально разовыми выбросами.

В расчет рассеивания закладываются фиксированные пары направления и скорости ветра наибольшей повторяемости (по результатам многолетних наблюдений) для рассматриваемой территории. Расчет производится на периоды года, характеризующиеся интенсивностью выбросов ЗВ в атмосферу и состоянием метеорологических характеристик².

¹ Берлянд. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л. - Гидрометеоиздат, 2005 г.

² Берлянд М. Е., Генрихович Е. Л., Оникул Р. И. О расчете загрязнения атмосферы выбросами дымовых труб электростанций. - Тр. ПГО, вып. 158.

Определение объема интенсивного влияния источников ЗВ произведено для каждого отдельного вещества по формуле:

$$V_{и} = H_{п} \times S_{и}, (м^3)$$

где $V_{и}$ - объем интенсивного влияния источников ЗВ ($м^3$);

$H_{п}$ - высота эффективного подъема газов (м);

$S_{и}$ - площадь поверхности, описываемой изолинией максимальных значений ПДК, построенная в результате расчетов рассеивания выбросов вредных веществ, усредненных по расчетному периоду ($м^2$).

Определение количества примеси, вынесенной из объема интенсивного влияния ИЗВ за расчетные периоды, произведено для каждого отдельного вещества по формуле¹:

$$M_{вын} = \frac{V_{вын} \times C_{пер} \times 3.6 \times 24 \times П}{10^6}, (тонн/период)$$

где $V_{вын}$ - величина перемещения объема интенсивного влияния за 1 секунду при метеорологических характеристиках наибольшей повторяемости за расчетный период ($м^3/с$);

Спер - концентрация вещества, средняя за расчетный период, создаваемая в объеме интенсивного влияния ИЗВ ($мг/м^3$);

П - количество дней в расчетном периоде.

Величина перемещения объема интенсивного влияния за 1 секунду, при метеорологических характеристиках наибольшей повторяемости за расчетный период, определяется по формуле:

$$V_{вын} = P \times H_{п} \times w, (м^3/с),$$

где P - величина полупериметра описывающей площадь интенсивного влияния ИЗВ изолинии по направлению ветра наибольшей повторяемости за расчетный период (м);

$H_{п}$ - высота эффективного подъема газов (м);

w - скорость ветра наибольшей повторяемости за расчетный период ($м/с$).

Определение количества примеси, накапливающейся за расчетный период в объеме интенсивного влияния ИЗВ, произведено для каждого отдельного вещества по формуле:

$$M_{н} = M_{Г} - M_{вын}, (тонн/период),$$

где $M_{Г}$ - валовый выброс ЗВ в атмосферу от источников на рассматриваемой территории за расчетный период (тонн/период);

$M_{вын}$ - количество примеси, вынесенной из объема интенсивного влияния ИЗВ за расчетные периоды.

Определение концентрации, создаваемой количеством примеси, накапливающейся за расчетный период в объеме интенсивного влияния

¹ Безуглая Э. Ю., Завадская Е. К., Полищук А. И. Исследование изменений уровня загрязнения атмосферы. // тр. ГГО, 1979.

источников ЗВ, производится для каждого отдельного вещества по формуле:

$$C_{ii} = \frac{M_{ii} \times 10^6}{P \times 24 \times 3.6 \times V_{ii}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$C_{ii \text{ ПДК}} = C_{ii} / \text{ПДК (доли ПДК)},$$

где M_{ii} – количество примеси, накапливающейся за расчетный период в объеме интенсивного влияния ИЗВ;

P – количество дней в рассматриваемом периоде;

V_{ii} – объем интенсивного влияния источников ЗВ (м^3)

ПДК – максимально разовая предельно допустимая концентрация расчетного вещества.

Определение количества выбросов источниками ЗВ за расчетный период, обеспечивающих нормативную концентрацию ЗВ, производится для каждого отдельного вещества по формулам:

$$M_{\text{норм}} = \text{ПДК} \times P \times 24 \times 3600 \times V_x \times k \times 10^{-9}, \text{ (тонн)}$$

где ПДК – максимально разовая предельно допустимая концентрация расчетного вещества (мг/м^3);

P – количество дней в рассматриваемом периоде;

V_x – характерный объем над территорией, в котором требуется обеспечение нормативного значения концентраций (м^3), или объем над изолинией концентрации вещества 1 ПДК при скорости ветра 0.5 м/с и работе всех источников в расчетный период;

k – коэффициент, учитывающий фоновую концентрацию рассматриваемого вещества в атмосфере без учета рассматриваемых источников (доли ед.).

$$V_x = S_x \times w \text{ (м}^3\text{/с)}$$

где S_x – характерная площадь территории, над которой требуется обеспечение нормативного значения концентраций (м^3), или площадь города, занятого изолинией 1 ПДК при скорости ветра 0.5 м/с и работе всех источников в расчетный период;

w – скорость ветра.

Целесообразность расчетов накопления ЗВ в атмосферном воздухе определяется наличием процессов накопления, сопровождаемых уровнем концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, превышающем допустимый.

Наличие таких процессов накопления определяется наличием изолинии 1 ПДК при проведении расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от источников, расположенных на городской территории, при условии, что в расчеты рассеивания заложены усредненные по рассматриваемому периоду выбросы загрязняющих веществ.

Проверка достоверности расчетных данных, полученных при использовании предлагаемого метода, проводилась путем сравнения расчетных данных и данных натурных замеров, сделанных на территории г. Уссурийска.

Расчеты произведены для состояния метеорологических характеристик, имеющих место в период проведения замеров.

Анализ расчетных данных и данных замеров показал: по диоксиду азота погрешность составила 16,5%, по диоксиду серы 23,2%, что говорит о корректности предложенных методов.