

АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА БРАТСКА

Статья посвящена проблеме загрязнения атмосферы. Представлены результаты статистической обработки метеорологических параметров, характерных для города Братска; данных с постов слежения за состоянием атмосферного воздуха; сведения по заболеваемости населения.

Ключевые слова: атмосферное загрязнение; статистическая обработка; метеорологические параметры; заболеваемость.

В настоящее время в связи с высоким уровнем промышленного производства антропогенное воздействие на окружающую среду достигло критического уровня, ежедневно в воздушный бассейн крупных городов поступает большое количество ингредиентов. Здоровье, репродуктивный потенциал и благосостояние населения зависит от правильного и своевременного решения данной проблемы.

Проведение натуральных экспериментов, направленных на выявления возможных последствий слишком опасно и практически невозможно, оптимальным инструментом является математическое моделирование. Основные работы по моделированию загрязнения освещены в ряде монографий и обзоров (Алоян, Пененко, Козодеров, 2005; Аргучинцева 1987; Белолипецкий 1997; Бызова 1974; Вельтищева 1975; Израэль 1984; Марчук 1982; Мониин, Яглом 1992; Сонькин 1991 и др.) [1].

Братск – один из крупнейших промышленных центров Иркутской области и Восточной Сибири. Системообразующим видом экономической деятельности являются обрабатывающие производства, развитие которых идет по интенсивному пути за счет эффективного использования имеющихся ресурсов и мощностей (в частности - Братской ГЭС).

Промышленную инфраструктуру составляют наиболее крупные предприятия:

ОАО «Русал – Братск» (Братский алюминиевый завод); ООО «Братский завод ферросплавов»; предприятия филиала Группы «Илим» в Братске ООО «Илим – Братск «Деревообрабатывающий комбинат»», ООО «Илим Братск «Лесопильно-деревоперерабатывающий завод»»; ОАО «Целлюлозно-картонный комбинат»; подразделения ОАО «Иркутскэнерго».

Предприятия города имеют 6200 источников выбросов в атмосферу, оснащенность которых пылегазоулавливающими установками составляет 68,8%. Высокая степень индустриализации обусловила интенсивное загрязнение воздушного бассейна города и пригородной зоны техногенными выбросами.

В воздушный бассейн города ежегодно поступают десятки тысяч тонн вредных веществ, ряд которых обладают эффектами суммации и потенцирования. Вокруг города образовалась техногенная зона площадью несколько десятков квадратных километров, в которой установлено по-

вреждение биогеоценоза. Решением государственной экологической экспертизы и коллегии Минприроды РФ Братску присвоен статус города с чрезвычайной экологической обстановкой.

В задачах охраны окружающей среды большой интерес представляет не только информация о концентрациях тех или иных веществ в атмосферном воздухе города, но и оценка экологического благополучия населения. Речь идет об определении временных рамок, в течение которых живые организмы подвержены воздействию повышенных концентраций. Поэтому изучение проблемы длительности повышенных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе промышленных центров является чрезвычайно актуальной.

Многие, существующие в настоящее время методики моделирования процессов загрязнения атмосферы, имеют ряд недостатков при учете климатических характеристик региона и дают осредненные значения концентраций. Для оценки степени атмосферного загрязнения города Братска была выбрана климатическая модель (Аргучинцева А.В. 2007), учитывающая в полной мере климатические особенности, орографические неоднородности местности, инвентаризационные параметры источников.

По указанной модели произведен расчет времени пребывания в атмосферном воздухе повышенных концентраций, превышающих предельно допустимые нормы опасных ингредиентов, входящих в состав выбросов промышленных объектов.

Ветровой режим каждого рассматриваемого региона является определяющей метеорологической характеристикой, поскольку задает направление и скорость распространения вредных веществ в атмосферном воздухе. Примесь, поступающая в атмосферу от какого-либо постоянно действующего промышленного источника, распространяется в воздушном бассейне за счет переноса и турбулентной диффузии [2, 3].

Наиболее неблагоприятным направлением ветра является случай, когда ветер дует вдоль источника выброса. При этом поля концентрации от отдельных источников складываются, и формируется поле с более высоким уровнем загрязнения.

При слабом ветре в районе высоких источников выброса концентрации у земли уменьшаются за счет увеличения подъема факела. При сильном

ветре начальный подъем примеси уменьшается, но происходит возрастание скорости переноса. Неустойчивость направления ветра способствует усилению рассеяния примеси по горизонтали, и концентрации у земли уменьшаются [4].

Скорость же ветра непосредственно связана с изменениями концентрации выброса при удалении от источника. Ветер несет в себе элемент случайности, поэтому для анализа данной метеорологической характеристики применяются методы статистической обработки [5].

Для статистической обработки были собраны данные Центральной Гидрометеорологической обсерватории города за 29-летний (с 1976 по 2004 гг.).

На протяжении всего года для Братска преобладающими являются ветры второй и третьей четверти горизонта, преобладающим является западное направление и чуть менее значимо юго-западное. Среднегодовая скорость ветра невелика – около 3 м/с, что, в свою очередь, предопределяет и провоцирует создание максимальных концентраций вредных веществ у поверхности земли.

Неблагоприятным фактором выступает то, что вклад ветров с небольшой скоростью довольно значительный: частота ветров со скоростью до 2 м/с составляет 44%, со скоростью от 2 до 3 м/с – 40%.

Для каждого многолетнего месяца рассчитаны статистические характеристики, позволяющие записать двумерный закон распределения плотностей вероятностей ветра. Из соображений вероятности попадания конца вектора скорости ветра в площадь эллипса рассчитаны полуоси эллипсов, характеризующих потенциально опасную зону загрязнения.

Результаты расчетов показали, что практически во все месяцы в Братске наблюдается близкое к круговому рассеяние. Полученные результаты позволяют рассчитать площади потенциально опасных зон для рассеяния примесей. Наибольшая площадь эллипса соответствует октябрю, то есть в это время наблюдаются условия, способствующие максимальному рассеиванию вредных веществ, следовательно, именно в этот период для города Братска характерны благоприятные метеорологические условия к рассеиванию примесей в атмосфере. Наименьшая площадь эллипса характеризует январь. В этом месяце наблюдаются самые негативные условия для рассеяния примесей в атмосферном воздухе города, значительные концентрации вредных ингредиентов скапливаются на относительно небольшой территории. Минимальное значение коэффициента устойчивости ветра 0,2 соответствует июлю, наибольшее – 0,81 характерно для апреля.

Полученные результаты позволяют определить наиболее опасные месяцы с точки зрения создания метеорологических условий для рассеяния примесей и являются одним из видов входной информации, используемой в математических моделях оценки и прогноза загрязнений ок-

ружающей среды антропогенными выбросами. Таким образом, при дальнейшем моделировании процессов распространения примесей от промышленных источников, с точки зрения загрязнения атмосферы города Братска, этим периодам необходимо уделить наибольшее внимание.

Экологическая обстановка города Братска отягощена тем, что климатические особенности региона не обеспечивают достаточной степени самоочищения атмосферы, рассеивающая способность достаточно низкая.

Для анализа сложившейся экологической ситуации методами математической статистики были обработаны данные с 1998 года по 2003 год с постов слежения за состоянием атмосферного воздуха. Практически по всем контролируемым веществам наблюдаются превышения ПДК, по некоторым превышения довольно значимы – кратность превышения составляет до 8 ПДК_{сс}. Полученные данные позволяют констатировать тот факт, что для города характерно интенсивное атмосферное загрязнение.

Предприятия, образующие основной промышленный узел города, расположены в непосредственной близости от жилого сектора. Специфическими ингредиентами, поступающими в атмосферу в результате деятельности алюминиевого завода, являются – соляная кислота, аэрозоль свинца, фтористый водород, бенз(а)пирен, синильная кислота и др. Для предприятий лесопромышленного комплекса – это сернистый ангидрид, хлор, двуокись хлора, сероводород, метилмеркаптан, диметилсульфит, демитилдисульфит и др.

Для моделирования процесса переноса загрязняющих веществ от основных промышленных предприятий города Братска была выбрана модель вероятностного распределения примесей (А.В. Аргучинцева, 2007). Метод, лежащий в основе используемой модели, является частным случаем решения краевой задачи со случайными коэффициентами для описания динамики процессов, протекающих в атмосфере. Данные модели прошли многолетнюю апробацию на различных промышленных предприятиях России, Монголии, Китая с подтверждением значимости полученных результатов соответствующими актами внедрения. Основным критерием проведения расчетов выступает ПДК_{сс} соответствующего ингредиента, на основе которого выделяются зоны, где происходит нарушение выбранного ограничения.

Выходная информация, полученная по модели – расчет в каждой точке с учетом реализации полной группы ветров за интересующий отрезок времени частоты (вероятности) превышения ПДК_{сс} с последующим построением опасных зон. Расчеты проводились для основных градообразующих предприятий в различные климатические периоды, для достаточно большого количества ингредиентов, поступающих в атмосферный воздух города.

Перенос и турбулентная диффузия примесей

рассматривается в поле случайных скоростей, где усредняются не параметры среды, а само решение с учетом вероятностных реализаций за интересные отрезки времени (Аргучинцева, 1996).

По полученным результатам составлены карты – схемы местности, демонстрирующие вероятностное распространение загрязняющих веществ, концентрации которых превышают ПДК_{сс} в атмосферном воздухе от каждого рассматриваемого промышленного предприятия в отдельности и при совместном выбросе; проанализировано количество часов содержания в воздухе концентраций, превышающих допустимые нормы.

Для октября, когда наблюдаются условия, благоприятствующие рассеянию примесей в атмосферном воздухе, опасные концентрации, превышающие предельно допустимые нормы не распространяются до жилого сектора, максимально негативному воздействию подвержены промышленные площадки заводов.

В периоды же неблагоприятных метеорологических условий зоны вероятного опасного загрязнения атмосферного воздуха меняются. Жилой сектор города Братска длительное время находится под неблагоприятным воздействием высоких концентраций опасных примесей, поступающих в атмосферный бассейн. Время пребывания повышенных концентраций значительно, по некоторым ингредиентам возможно более половины месяца.

Жилой район города в период неблагоприятных метеорологических условий достаточно сильно подвержен неблагоприятному воздействию, вероятностные ореолы загрязнения затрагивают большее число микрорайонов, по некоторым ингредиентам длительность содержания опасных концентраций в воздухе достигает очень высоких значений – практически во все дни месяца население подвержено воздействию концентраций, значительно превышающих допустимые нормы.

В результате совместной деятельности алюминиевого завода и лесопромышленного комплекса возможно появление довольно обширной зоны загрязнения обусловленной совместным поступлением вредных примесей в воздушный бассейн. Длительность превышений ПДК_{сс} определяется до 76 часов в месяц для твердых фторидов, до 16 часов – оксиды углерода, оксиды серы, по другим веществам значительно меньше. Кратность превышений нормы, например бенз(а)пиреном, достигает 10 ПДК_{сс} (в радиусе 15 км) и только на расстоянии 100 км его концентрация достигает ПДК_{сс}.

В периоды неблагоприятных метеорологических условий ореолы загрязнения в значительной степени затрагивают жилой сектор – следовательно, наглядно демонстрируют подверженность населения города длительному неблагоприятному воздействию высоких концентраций опасных ингредиентов.

Анализ полученных результатов свидетельст-

вует о формировании высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха. В период неблагоприятных метеорологических условий селитебная территория города подвержена длительному воздействию концентраций вредных веществ, превышающих предельные допустимые нормы.

Многочисленные исследования в области эпидемиологии достоверно свидетельствуют о том, что к некоторому увеличению уровня смертности населения приводит повышенное содержание в атмосферном воздухе жилых районов взвешанных частиц, бенз(а)пирена, фенола, фтористого водорода. Специфика предприятий промышленности города Братска обуславливает поступление в атмосферу указанных ингредиентов в довольно значительных количествах, что, несомненно, сказывается на демографической ситуации. Анализ статистической обработки данных департамента здравоохранения города Братска (за шестилетний период) свидетельствует о том, что специфика промышленного производства нашла свое отражение в структуре заболеваемости населения города.

В структуре диагнозов заболеваний взрослого населения лидирующее место принадлежит болезням органов дыхания, на втором месте заболевания сердечно-сосудистой системы, болезни опорно-двигательного аппарата занимают третье место.

Изменения в состоянии здоровья детей хорошо соотносятся с интенсивностью загрязнения среды обитания и в меньшей степени связаны с его характером. Показатели заболеваемости детского населения в 3 раза больше, чем у взрослых людей и в 1,3 раза выше, чем у подростков.

Если затрагивать проблему заболеваемости детского населения (на 1000 жителей), то в структуре болезней наиболее часты такие диагнозы, как: болезни органов дыхания, болезни глаз, хронические болезни легких, аллергические риниты, бронхиальная астма, пневмония

Литература

1. Аргучинцев, В. К. Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса антропогенных примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал / В.К. Аргучинцев, А.В. Аргучинцева; ИГУ: моногр. – Иркутск, 2007. – 255 с.
2. Семенченко, Б. А. Метеорологические аспекты охраны природной среды / Б.А.Семенченко, Н. П. Белов. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 94 с.
3. Гутерман, И. Г. Распределение ветра над северным полушарием / И. Г. Гутерман. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 252 с.
4. Гутерман, Н. Г. Распределение ветра над северным полушарием / Н. Г. Гутерман. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 251 с.
5. Ревич, Б. А. Экологическая эпидемиология: учеб. для высш. учеб. заведений / Б. А. Ревич, С.Л. Авалиан, Г.И. Тихонова; под общ. ред Б. А. Ревич. – М.: Академия, 2004. – 384 с.