

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Статья посвящена проблеме экологической обстановки города Братска. Представлены результаты расчетов длительности пребывания в воздушном бассейне опасных концентраций вредных примесей на основе применения климатической вероятностной модели для города Братска.*

Ключевые слова: атмосферное загрязнение; моделирование; степень загрязнения воздушного бассейна; кратность превышения ПДК<sub>сс</sub>.

Очень часто утвержденные нормативные методики имеют недостатки и нуждаются, в первую очередь, в постоянном обновлении в соответствии с развитием технических возможностей и потребностей прикладных экологических исследований. В противном случае официальная регламентация, призванная установить нижнюю планку качества экологической экспертизы, может угрожающе лимитировать качество экспертизы в целом. Эффективно решать данную проблему возможно и путем поэтапного ввода более совершенных методик, когда использование старой модели экспертизы допускается при отсутствии более новой.

На данный момент в России складывается следующая ситуация. В 1974 году в СССР была утверждена методика расчета рассеивания примесей СН 369-74, разработанная под руководством М.Е. Берлянда, а развивающиеся параллельно за рубежом модели гауссова факела, также аналитические, не получили распространения в нашей стране главным образом по причине повышенных требований к качеству исходных метеорологических данных.

Методика СН 369-74 использовала эмпирический коэффициент, определенный для пяти типов зон бывшего СССР с различной температурной стратификацией. Но эта методика позволяла отыскивать лишь абсолютные максимумы концентраций для наиболее неблагоприятных условий (близких к штилевым) [7].

Позже, в 1986 году эта же методика с незначительными изменениями получила статус общесоюзного нормативного документа (ОНД-86). К тому времени уже появилось понимание ограниченности подхода ОНД-86, в первую очередь при решении задач местного уровня и долгосрочном прогнозировании загрязнения воздуха [3, 6]. Трудности в ее применении определяются фактическим пренебрежением климатическими особенностями местности (повторяемость метеословий) и характеристиками подстилающей поверхности (шероховатость, тип городской застройки), а также сложностью описания рельефа.

Климатические особенности того или иного региона в значительной мере определяют степень самоочищения атмосферы от оказанных на нее вредных воздействий. Метеорологический потенциал и его оценка представляют большой интерес в изучении возможностей рассеивания и накопления вредных ингредиентов в приземном слое атмосферы [1].

С учетом особенностей метеорологического режима той или иной местности, перенос и турбулентную диффузию примеси надежнее рассматривать в поле случайных скоростей, усредняя не параметры среды, а само решение с учетом вероятностных реализаций за интересующие отрезки времени (Груза, Ранькова, 1983; Аргучинцева, 1996) [2]. Определенные типы движения воздушных масс реализуются в атмосфере того или иного ре-

гиона за различные периоды времени, в течение которых их можно рассматривать как стационарные. После указанного периода стационарности выполняется новое наблюдение. Длительность стационарного состояния определяется временем между наблюдениями. Время, затраченное на перестройку циркуляций, гораздо короче, чем время существования того или иного типа движения [5].

Анализ экологической ситуации города Братска проведен на основе использования климатических моделей загрязнения природной среды, предложенных А.В. Аргучинцевой и В.К. Аргучинцевым.

Метод, предлагаемый авторами, 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 [5].

Концентрация  $S$  загрязняющего ингрдиента в рассматриваемой точке зависит от параметров ( $I$ ) источника, расстояния ( $d$ ) до него и метеорологических характеристик, определяющей из которых является вектор скорости ветра:  $S = S(I, d, \bar{v})$ . Для любой рассматриваемой точки переменной величиной является  $\bar{v}$ , следовательно, уместно считать, что величина  $S$  зависит от распределения  $\bar{v}$ .

В качестве критерия, по которому выбирается из множества  $\Omega$  решений некоторое его подмножество  $\Omega' \subset \Omega$  рассматривается предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>сс</sub>). Случайными параметрами являются ветровые характеристики, наблюдаемые на метеостанциях за многолетний период. Из всего множества  $\omega$  ветровых характеристик выбирается подмножество  $\omega' \subset \omega$ , которое способствует возникновению концентраций при-

месей выше ПДК<sub>сс</sub> (то есть, реализуется подмножество  $\Omega' \subset \Omega$ ).

Иначе говоря, при таком подходе для легких пассивных примесей отсекается то вероятностное пространство, в котором концентрация примеси за рассматриваемый интервал времени не превосходит указанный критерий, а модель работает с пространством, вероятностной мерой которого является функция обеспеченности.

При вычислении частот превышения ПДК отыскивается интегральная характеристика распределения вектора скорости ветра в интервале  $[0; u_k]$ , т. е. частота штилей автоматически учитывается.

Использование эмпирических законов распределения за многолетний месяц (сезон) ведет к большому объему вводимой информации. Поэтому поведение вектора скорости ветра аппроксимируется теоретическим законом распределения, основываясь на многолетних эмпирических числовых характеристиках.

Наиболее распространенным является нормальный теоретический закон распределения [4]. Приняв гипотезу о нормальном распределении вектора скорости ветра, функция распределения вероятностей реализации ветров заданного направления, не превышающих по модулю критическое значение  $u_k$  рассчитывается в каждой точке путем интегрирования двумерной функции плотности вероятности.

Таким образом, можно выделить зоны, в которых за интересующий интервал времени будут нарушаться установленные нормы загрязнения, и получить новую характеристику – частоту превышения ПДК.

Одновременно в каждой точке области можно рассчитать усредненную по всем реализациям концентрацию примеси. Расчет загрязнений в каждой точке ведется во вращающейся вслед за ветром полярной системе координат.

По результатам анализа климатических характеристик с точки зрения возникновения неблагоприятных метеорологических условий и в целях сокращения

объема работ и количества расчетов особое внимание уделялось показателям самого неблагоприятного для рассеивания примесей в атмосфере периода (январь) и самого благоприятного (октябрь). Основным критерием выступает ПДК<sub>сс</sub> соответствующего ингредиента. Модель позволяет получить информацию для расчета концентрации в каждой точке указанного диапазона и построения изолиний вероятностного превышения ПДК<sub>сс</sub> с указанием количества часов превышений в течение месяца.

Согласно полученным результатам, можно отметить следующее:

– в октябре в результате деятельности основных промышленных предприятий в воздушном бассейне жилого сектора города не образуется высокого уровня загрязнения;

– в периоды, благоприятствующие рассеиванию вредных примесей, зона распространения загрязняющих веществ от лесопромышленного комплекса не затрагивает селитебную территорию города. Временное содержание концентраций, превышающих нормы незначительно. В результате совместной деятельности алюминиевого завода и лесопромышленного комплекса формируется значительный ореол загрязнения. Длительность превышений ПДК<sub>сс</sub> в зоне загрязнения составляет: до 76 часов в месяц для твердых фторидов, 16 часов – оксиды углерода, оксиды серы; по другим веществам значительно меньше. Кратность превышений нормы бенз(а)пирена в пределах промышленных площадок предприятий достигает 10 ПДК<sub>сс</sub>;

– в периоды, не благоприятствующие рассеиванию вредных примесей, интенсивность загрязнения атмосферного воздуха значительна и вызывает тревогу по ряду ингредиентов. При загрязнении атмосферы лесопромышленным комплексом превышение ПДК<sub>сс</sub> бенз(а)пирена достигает 615 часов в месяц, ореол загрязнения в значительной степени затрагивает жилой сектор города; повышенные

концентрации метилмеркаптана над селитебной территорией отмечаются в течение 592 часов;

– в результате деятельности основных промышленных источников максимально длительное время превышения предельно допустимых уровней по всем веществам наблюдается непосредственно вблизи предприятий – на промышленных площадках.

Анализ полученных результатов свидетельствует о формировании высокого уровня загрязнения воздушного бассейна Братска. В период неблагоприятных метеорологических условий селитебная территория города подвержена сильному воздействию опасных концентраций вредных веществ, наблюдаемых в течение длительного времени. В результате совместных выбросов предприятий население города подвержено мощнейшему по объему и продолжительности воздействию вредных веществ.

### *Литература*

1.. Алоян А. Е. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / А.Е. Алоян, В.В. Пененко, В.В. Козодеров // Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. – М.:Наука, – 2005. – Т.2. – с.279-351.

2. Безуглая Э. Ю. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере : справочное пособие / Э.Ю. Безуглая, М.Е. Берлянд / – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 328 с.

3. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л. : Гидрометеиздат, – 1985. – 272 с.

4. Гутерман Н. Г. Распределение ветра над северным полушарием. – Л. : Гидрометеиздат, – 1965. – 251 с.

5. Аргучинцева А. В. Оценка загрязнения воздушной среды автотранспортом / А.В. Аргучинцева, В.К. Аргучинцев, О.В. Лазарь // География и природные ресурсы. – №1. – 2009. – С. 131-137.

6. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л. : Гидрометеиздат, – 1984. – 560 с.

7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ,

содержащихся в выбросах предприятий. Общесоюзный нормативный документ (ОНД-86). – Л. : Гидрометеиздат, – 1987. – 93 с.

УДК 612.6

*В.А. Никифорова\**, *Т.Г. Перцева*, *Е.А. Прохоренко*, *Н.В. Шарова*, *Н.Н. Ларионова*

### ЭКОГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ: ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

*Изучались подходы к профилактике и реабилитации донозологических нарушений у детей и подростков. Сформулированы основы системного подхода и определены принципы проведения врачебного консультирования в современных условиях. Предложена схема количественной оценки здоровья.*

**Ключевые слова:** здоровье, дети, подростки, физическое развитие, функциональные возможности, профилактические мероприятия

Взаимоотношения человеческого общества и среды обитания в последние десятилетия становятся все более актуальной проблемой.

В районах Сибири и Крайнего Севера на весь многообразный комплекс отрицательных социально-экономических факторов накладываются еще и экстремальные экологические условия проживания. Формирование территориально-промышленных комплексов Иркутской области привело к необоснованной концентрации промышленных гигантов и к осложнению экологической обстановки в городе Братске. В этой связи особую значимость приобретают научные исследования, направленные на изучение антропологических, физиологических, психофизиологических особенностей организма человека, выявление наиболее значимых факторов риска развития патологии и механизмов адаптации человека в определенных условиях проживания.

В настоящее время, учитывая изменения, происходящие в политической и экономической жизни нашей страны, подход к воспитанию и формированию здоровья ребенка должен носить комплексный характер и объединять усилия как педиатров, так и педагогов, психологов, экологов. Основой формирования здоровья следует считать внедрение профилактических и оздоровительных технологий в работу дошкольных образовательных учреждений (ДОУ), учитывающих индивидуальные социально-биологические условия жизни и развития ребенка. При этом особенно важно предусмотреть соответствие условий воспитания и обучения ребенка не только возрасту, но и его морфофункциональным особенностям, состоянию здоровья, уровню развития.

Многочисленные исследования [4], [9], [10] состояния здоровья дошкольников показали, что в Российской Федерации уже при поступлении в ДОУ до 20 % де-

\* - автор, с которым следует вести переписку.