

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ
Г. ВОРОНЕЖА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД

Л.М. Акимов, Т.И. Прожорина, В.В. Сиваченко

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 15 февраля 2009 г.

Аннотация: Проведен эксперимент по использованию сетчатых материалов в экспресс-анализе количественной оценки загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы в холодный период года в зависимости от различных метеорологических параметров.

Ключевые слова: запыленность, водная вытяжка, тяжелые металлы, ветер, температура, давление.

Abstract: An experiment on the use of mesh materials in the rapid analysis of the quantitative assessment of pollutants in the surface layer of the atmosphere during the cold period has been carried out depending on various meteorological parameters.

Key words: dust, water extraction, heavy metals, wind, temperature, pressure.

Среди задач по метеорологическим аспектам загрязнения атмосферы большое значение приобретают исследования закономерностей распространения атмосферных примесей и особенностей их пространственно-временного распределения. Они являются основой для объективной оценки состояния и тенденции изменений загрязнения воздушного бассейна, а также разработки возможных мероприятий по обеспечению чистоты атмосферы. Без таких исследований невозможно определение репрезентативных мест и времени наблюдений в целях создания системы контроля за чистотой воздуха. Характеристики загрязнения атмосферы сейчас все в большей степени рассматриваются как метеорологические величины. Поэтому создание системы наблюдений за загрязнением воздуха и анализ полученных результатов непосредственно смыкаются с метеорологическими задачами. Очевидно, что и решение вопросов о нормировании вредных выбросов непосредственно зависит от учета условий рассеивания их в атмосфере. Актуальна разработка принципов взаимного размещения предприятий и жилых массивов и установление предельно допустимых выбросов в атмосферу.

Новое направление в развитии работ по метеорологическим аспектам загрязнения воздуха связано с прогнозом условий, при которых могут достигаться высокие концентрации примесей в приземном слое атмосферы. Следует отметить, что в настоящее время практический интерес представляют краткосрочные прогнозы (большой частью в пределах суток) наступления резкого, в течение непродолжительного времени, повышения концентраций вредных примесей в приземном слое воздуха.

Такое повышение, отмеченное в значительном числе пунктов наблюдений, может быть обусловлено неблагоприятными для рассеивания примесей условиями погоды. Следовательно, задача состоит в прогнозе загрязнения воздуха в зависимости от метеорологических факторов. При этом могут быть учтены ожидаемые выбросы в атмосферу, а также некоторые особенности их режима, связанные, например, с ростом числа автомашин на улицах городов в начале и в конце рабочего дня, увеличением количества сжигаемого топлива при понижении температуры воздуха зимой и тому подобное.

С целью оценки влияния метеорологических параметров на распределение различных элементов загрязнения атмосферы в холодный период, а также проверки возможности использования сет-

чатых материалов в качестве пылеулавливателя на остановке «Димитрова», на пересечении улицы Димитрова и Ленинского проспекта проводился мониторинг экологической обстановки. Параллельно, в указанном районе, на базе учебной метеорологической обсерватории ВАИУ (г. Воронеж), на улице Старых Большевиков, проводились наблюдения за изменением метеорологических параметров.

Выбор участка для проведения отбора проб был обусловлен наличием близости автодороги и большим скоплением пешеходов.

Местом отбора проб была выбрана открытая площадка с твердым грунтом и газоном, которая находится на остановке «Димитрова». Выбор места обусловлен двумя причинами: 1) на пересечении улицы Димитрова и Ленинского проспекта, наблюдается большая концентрация автомобильного транспорта, так как улица Димитрова соединяется с трассой «Дон»; 2) постоянно наблюдается большое скопление людей. Это обусловлено наличием перекрестка, крупных магазинов, автовокзала и, в первую очередь, наличием рынка «Придача».

В связи с этим, люди, находящиеся в данном месте, подвергаются воздействию вредных веществ, находящихся в атмосферном воздухе за счет автотранспорта (90% приходится на этот источник, в том числе 5/6 – доля частного автотранспорта).

Для улавливания загрязняющих веществ из воздуха использовалась задерживающая решетка, состоящая из полотна марли размером 1 м², которая вертикально закреплялась на железной рамке при помощи зажимов. Тем самым определялось количество осевшей пыли и загрязняющих веществ на 1 кв. м. за сутки. Выбор сетчатого материала, в данном случае марли, обуславливается ее свойствами и ячеистой структурой, так как через нее легко проходит воздух, а загрязняющие вещества хорошо осаждаются. Рамка с марлей была установлена и зафиксирована в месте отбора проб. С целью оценки загрязнения атмосферы в исследуемом районе за истекшие сутки смена марли

осуществлялась 1 раз в одно и то же фиксированное время (ежедневно в 09 часов утра в период с 11 ноября по 22 января 2008 г.) Таким образом, круглосуточно был проведен мониторинг экологической обстановки. Чтобы сохранить уловленные частицы пыли и загрязняющие вещества, полотно марли аккуратно снималось с рамки и упаковывалась в полиэтиленовый пакет.

Комплексные химические исследования отобранных образцов проводились на базе эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ. Полотно марли помещалось в колбу, заполненную 1 л дистиллированной воды, и тщательно вымывалось. Анализ полученной водной вытяжки позволял определить количество загрязняющих веществ (в мг), уловленных из воздуха на 1 м² марли и растворенных в 1 литре воды.

Полученная водная вытяжка профильтровывалась через бумажный фильтр с целью улавливания взвешенных частиц. Затем фильтр высушивался в сушильном шкафу при 105 °С и взвешивался, тем самым определялось количественное содержание пыли.

Оценка количества тяжелых металлов в водной вытяжке осуществлялась полярографическим методом с помощью вольтаметрического анализатора типа ТА-4. Измерение общей минерализации исследуемых водных растворов проводилось кондуктометрическим методом с помощью портативного солемера модели «TDS» [3].

Для определения тесноты связи между загрязнениями атмосферного воздуха (запыленностью, минерализацией, количеством тяжелых металлов) и метеопараметрами (температурой, давлением, влажностью, скоростью ветра) был проведен корреляционный анализ. Результаты анализа представлены в таблице.

Из таблицы видно, что на запыленность воздуха наибольшее значение оказывают изменение давления, влажности и температуры воздуха, значения, которых примерно одинаковые. Особый

Таблица

Корреляционная матрица

Метеопараметры	Корреляция r_{xy}		
	Запыленности	Минерализации	Тяжелых металлов
температура	0,21	0,16	0,12
давление	0,25	-0,13	-0,05
влажность	0,22	0,26	0,32
скорость ветра	0,08	0,14	-0,17

интерес представляет связь скорости ветра и запыленности. Скорость ветра практически не оказывает влияния на количество пыли в воздухе, что противоречит теории. Это объясняется тем, что исследования проводились в холодное время года, при устойчивом снежном покрове, поэтому данный метеорологический параметр не оказал значимого воздействия. Однако при анализе выборки выяснилось, что в 80% случаев скорость ветра составляла 2-3 м/с., то есть наблюдался ламинарный перенос, который на параметры загрязнения не влияет и величина коэффициента корреляции в этом случае составляет 0,08. Величина связи значительно увеличивается при рассмотрении влияния изменения параметров ветра на запыленность. Теснота связи между запыленностью и изменением скорости и направления ветра резко возрастает и составляет $r_{xy} = 0,25$, $r_{xy} = 0,18$ соответственно. Это объясняется увеличением турбулентности ветра в приземном слое атмосферы.

Минерализация водной вытяжки в большей степени связана с влажностью воздуха (теснота связи $r_{xy} = 0,26$). Влияние скорости ветра и температуры примерно равнозначно, но обратно пропорционально по знаку (0,16 и -0,13 соответственно). Связь с давлением имеет знак «минус», что свидетельствует об увеличении минерализации при понижении давления.

Анализ связи параметров атмосферы с суммарной концентрацией тяжелых металлов представлен в четвертом столбце таблицы. Следует отметить, что при проведении эксперимента оценивалась концентрация четырех металлов, а именно: Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} . На суммарную концентрацию тяжелых металлов основное влияние оказывает влажность воздуха ($r_{xy} = 0,32$), что косвенно характеризует неустойчивость атмосферы и большие

конвективные потоки. Практически отсутствует связь давления с концентрацией тяжелых металлов ($r_{xy} = -0,05$). При уменьшении скорости ветра содержание тяжелых металлов в исследуемом районе увеличивается.

В целом анализ таблицы свидетельствует о наличии связи между элементами загрязнения и параметрами атмосферы. При этом требуются дополнительные более тщательные исследования по выявлению механизма этих связей.

Дополнительно к проведенному корреляционному анализу влияния метеорологических параметров на элементы загрязнения были проведены исследования по выявлению наиболее неблагоприятной метеорологической ситуации, способствующей повышению уровня загрязнения в Воронеже.

Анализ аэросиноптического материала, проведенный на основе приземных карт погоды за исследуемый период, показал, что к одной из неблагоприятных ситуаций, способствующей повышению уровня загрязнения в Воронеже, относится центральная область стационарного антициклона и ось малоподвижного гребня. Повышенный уровень загрязнения воздуха в городе формируется, когда эта ситуация в районе данного города отмечается не менее двух дней подряд.

Косвенными показателями, указывающими на данную синоптическую ситуацию, являются повышенные значения давления, а также восточное и юго-восточное направление ветра циркуляция в антициклоне в северном полушарии осуществляется по часовой стрелке.

Влияние адвекции тепла от Черноморского циклона с юго-запада в значительной степени ухудшает экологическую обстановку в городе, так как способствует накоплению примесей в приземном



Рис. 1. Повторяемость распределения классов по А. В. Назаренко

слое атмосферы при наличии приземных и приподнятых инверсий.

При анализе классификации синоптических процессов за исследуемый период учитывались все факторы, предложенные А.В. Назаренко [2]. Повторяемость распределения классов синоптических процессов за исследуемый период представлена на рис. 1.

Из анализа рис. 1 видно, что наибольшую повторяемость 38% составляют синоптические процессы 2 класса, т.е. определяемые западной периферией стационарного антициклона, представленного на рис. 1.

Также большую повторяемость 25% имеют процессы 3 класса, определяемые в основном тыловой частью циклона.

Временной ход параметров загрязнения и распределения классов синоптических процессов представлен на рис. 2.

Из анализа рис. 2 видно, что наибольшая концентрация минерализации и тяжелых металлов, осевших на марлю, наблюдается при 4 классе синоптических процессов, когда при прохождении атмосферных фронтов выпадают осадки, влияющие на самоочищение атмосферы.

Наибольшие значения запыленности и минерализации наблюдаются в основном при 2 классе, который соответствует западной периферии антициклона с влиянием теплого фронта, способствующего образованию высотной инверсии, являющейся задерживающим слоем в средней тропосфере.

Результаты анализа метеорологических факторов, а также синоптических ситуаций, способствующих загрязнению нижнего слоя атмосферы, позволяют сделать следующие выводы: 1) наиболь-

шая теснота корреляционной связи метеорологических параметров с элементами загрязнения наблюдается при западной периферии антициклона, а также в тыловой части циклона; 2) запыленность воздуха наиболее связана с влажностью и температурой воздуха, а также с изменениями параметров ветра; 3) минерализация водной вытяжки в большей степени коррелирует с влажностью воздуха. При понижении давления происходит рост минерализации; 4) на рост концентрации тяжелых металлов основное влияние оказывает влажность воздуха. При уменьшении скорости ветра содержание тяжелых металлов в исследуемом районе увеличивается; 5) скорость ветра и температура связаны с элементами загрязнения в воздухе примерно равнозначно.

Проведенный эксперимент позволил выявить взаимосвязь параметров атмосферы с элементами ее загрязнения, а также целесообразность применения сетчатых материалов для количественного определения загрязняющих веществ в воздухе, при использовании метода экспрессной геохимической индикации загрязнения атмосферы в случае отсутствия необходимого оборудования.

Предложенный экспресс-анализ можно рекомендовать для проведения лабораторных занятий по «Экологии» в средних образовательных учреждениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э.Ю. Руководство по контролю загрязнения атмосферы / Э.Ю. Безуглая, М.Е. Берлянд, Н.Ш. Вольберг. – М.: Госкомгидромет СССР, 1991. – 486 с.
2. Назаренко А.В. Классификация синоптических процессов в целях геоэкологического мониторинга воздушного бассейна / А.В. Назаренко // Вестн. Воронеж.

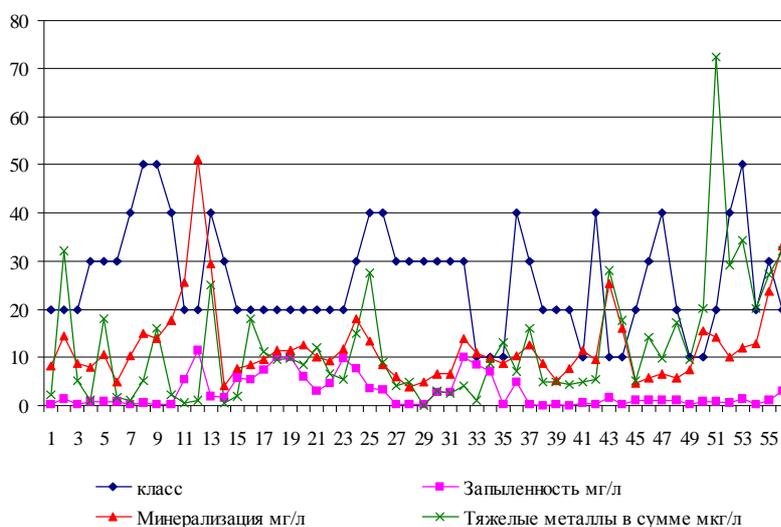


Рис. 2. Временной ход распределения параметров загрязнения и классов синоптических процессов

гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2006. – №1. – С. 39-46.

3. Практикум по курсу «Экологическая гидрохимия» по специальностям 020804 – Геоэкология, 020802 –

Акимов Леонид Мусамудинович

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru, akl63bk.ru

Прожорина Татьяна Ивановна

кандидат химических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Сиваченко Валентина Владимировна

зав. эколого-аналитической лабораторией факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Природопользование: для студентов 3 курса дневного отделения факультета географии и геоэкологии / сост. Т.И. Прожорина. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2006. – 28 с.

Akimov Leonid Musamudinovitch

Candidate of Geography, assistant professor of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru, akl63bk.ru

Prozhorina Tat'yana Ivanovna

Candidate of Chemistry, assistant professor of the chair of geoecology and environment monitoring of the Voronezh State University, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Sivachenko Valentina Vladimirovna

Head of the environmental and analytical laboratory of the Voronezh State University, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru