

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОСФЕРЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

А. С. Артемьев, А. В. Звягинцева

Проведено исследование взаимосвязи метеорологических условий и характеристик загрязнения атмосферы для разработки методов прогноза концентрации примесей в атмосферном воздухе. На основе географической информационной системы ArcGIS 9.3 модуля Geostatistical Analyst построены электронные карты, с помощью которых можно определить ожидаемую концентрацию загрязняющих веществ, таких как PL (пыль), CO, SO₂, NO₂

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, метеорологические факторы, географические информационные технологии

Одной из важнейших задач, имеющих четкую социально-экономическую направленность, является изучение состояния окружающей природной среды, прогнозирование ее изменений под антропогенным воздействием, определение с экологических позиций безопасных уровней техногенных нагрузок. Общеизвестно, что метеорологические условия являются главными факторами внешней среды, влияющими на загрязненность атмосферы, особенно в тех местах, где сильно развиты производительные силы (так называемое антропогенное влияние на окружающую среду). В зависимости от метеорологических условий в одних случаях загрязнители рассеиваются или выпадают (оседают) на земную поверхность, а в других – наоборот, они длительное время могут находиться в атмосферном воздухе при соответствующих аэросиноптических условиях.

Поэтому, актуальной задачей на современном этапе развития общества является исследование взаимосвязи погодных условий и характеристик загрязнения атмосферы для разработки методов прогноза концентрации примесей в атмосферном воздухе промышленного города [1,2]. Целью представляемой работы является исследование метеорологических условий загрязнения атмосферы, а также разработка электронных карт, с помощью которых можно определить ожидаемую концентрацию исследуемых загрязняющих веществ. Моделирование оценки загрязнения атмосферы города промышленными выбросами проведено на основе географической информационной системы ArcGIS 9.3 с помощью модуля Geostatistical Analyst.

В воздухе города Воронежа присутствуют различные вредные вещества, но уровень загрязнения ниже, чем во многих других городах РФ. Средние за месяц концентрации пыли и диоксида азота в отдельные периоды превышают санитарные нормы в 2-5 раз. Загрязнен воздух в юго-западной части города, расположенной на левом берегу Воронежского водохранилища, где сосредоточено большинство крупных предприятий энергетической и нефтехимической промышленности. Здесь концентрации вредных примесей в 1,5-2 раза выше, чем на правом берегу. В правобережной части города повышенный уровень загрязнения воздуха создается в основном зимой при ветрах со стороны промышленных источников. На рис.1. приведено соотношение вредных веществ поступающих в атмосферу города Воронеж. Статистический анализ мониторинговых данных о загрязняющих веществах, поступающих в атмосферу города Воронеж, показал, что 86% выбросов приходится на долю оксида углерода и пыли, оксидов серы и азота, 12% составляют углеводороды и всего 2% - все остальные вещества. Выбросы пыли от промышленных предприятий составляют порядка 17 тысяч тонн в год. Примерно такое же количество поступает в атмосферу диоксида серы. Выбросы оксидов азота несколько меньше (9 тыс. т.), но они более токсичны.

По данным областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, управления по охране среды, аналитического центра

Артемьев Александр Сергеевич - ВГТУ, студент, e-mail: aartemev@mail.ru, тел. 8-905-65-01-204
Звягинцева Алла Витальевна – ВГТУ, канд. техн. наук, доцент, e-mail: zvygincevaav@mail.ru

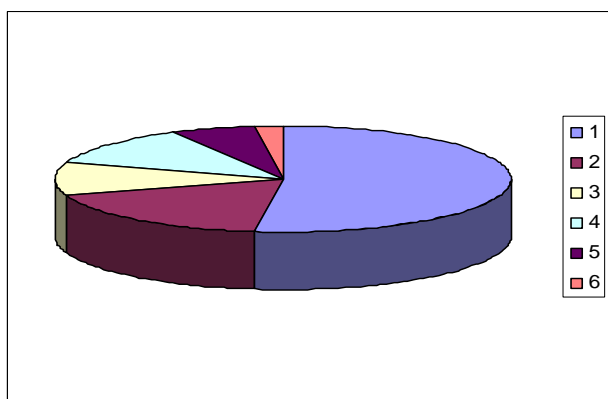


Рис.1. Соотношение вредных веществ поступающих в атмосферу города Воронеж: 1 - оксид углерода, 2 - оксиды серы, 3 – пыль, 4 – углеводороды, 5 - оксиды азота, 6 - другие вещества

Госкомоблэкологии в атмосферном воздухе Воронежа наблюдались максимальные концентрации по пыли до 4 ПДК (предельно допустимая концентрация), оксиду углерода - до 1,6 ПДК, по оксидам азота - до 4,1 ПДК, формальдегиду- до 1,1 ПДК. Максимальные значения содержания в воздухе пыли наблюдались в весенне-летний период, оксида углерода - в зимне-весенний, оксидов азота и формальдегида в весенне-летний период.

Территория города Воронежа разделяется на Правобережный и Левобережный участки, которые характеризуются различными уровнями и характером техногенной нагрузки. Правобережный участок отличается высоким уровнем техногенеза. Центральная часть города характеризуется высокой плотностью промышленной застройки и максимальной транспортной нагрузкой. В «часы пик» формируются автомобильные пробки длиной до 100-200 м. В результате над крупными магистралями района постоянно фиксируется фотохимический смог. Диоксиды азота здесь достигают 4-5 ПДК. В целом доля центрального района в общем индексе загрязнения атмосферы невелика – около 11%.

Левобережный участок города Воронежа в административном отношении подразделяется на Железнодорожный и Левобережный район и характеризуется весьма интенсивной техногенной нагрузкой. Это связано с тем, что левый берег является основной промышленной зоной города, здесь сконцентрировано огромное количество предприятий как тяжелой, так и легкой промышленности, а также карьеры, очистные сооружения, ТЭЦ, нефтебазы, автотранспортные предприятия. Индекс загрязнения здесь составляет около 33%. На

основе анализа мониторинговых данных о вкладе различных предприятий в загрязнение атмосферы города Воронеж объектом исследования был выбран левый берег города район Машмет.

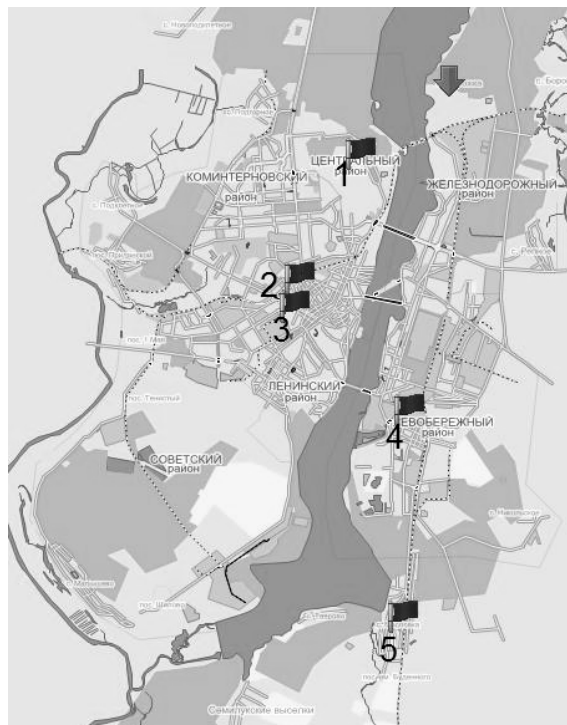


Рис.2. Гидрометеорологические посты наблюдений за загрязнением воздуха города Воронежа:

- 1- улица Тимирязева 8;
- 2- улица Плехановская 53;
- 3- улица Свободы 75;
- 4- улица Менделеева 3б;
- 5- с. Масловка

В работе использовались данные пяти пунктов наземных наблюдений за загрязнением воздуха в Воронеже, характеризующие содержание в приземном слое примесей практически по всей территории города по следующим элементам: PL (пыли), CO (оксиду углерода), SO₂ (диоксиду серы), NO₂ (диоксиду азота), NO (оксиду азота), HCHO (формальдегиду), C₆H₅OH (фенолу), NH₃ (аммиаку), Szh (саже) и их суммарному содержанию (рис.2.). Контроль над уровнем загрязнения атмосферы города Воронежа осуществляется Воронежским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на пяти стационарных постах наблюдения.

Стационарные посты служат для систематических и длительных наблюдений. Это специальные павильоны, оснащенные необходимыми приборами и аппаратурой для отбора проб воздуха, непрерывной регистрации концентрации вредных микрокомпонентов в атмосфере и определения метеорологических параметров.

В работе для расчетов использовались только четыре элемента: PL, CO, SO₂, NO₂, имеющих наибольшие концентрации в атмосфере. Данные о загрязнении собраны за 2006 – 2008 г.г. в сроки 7, 13, 19 часов [3,4].

При моделировании оценки загрязнения атмосферы города промышленными выбросами задавались метеорологические параметры (скорость и направление ветра, температура окружающего воздуха), измерения на стационарных постах, так же использовались данные о количестве выбросов загрязняющих веществ, а именно оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы и пыль, зафиксированных системами непрерывного контроля и учета выбросов.

Далее приведены примеры моделей возможного загрязнения атмосферы на территории города Воронежа. На рис.3, 4 приведен пример модели 1 и 2 возможного загрязнения атмосферы на территории города Воронежа. Расчеты зон распространения и накопления примесей загрязняющих веществ в окружающей среде основаны на статистической обработке данных, взятых за период с 2006 – 2008 год, показаны в табл.1 и 2.

Типичная ситуация, приводящая к накоплению примесей выше предельно допустимых концентраций, возникает в области антициклона. Малооблачная погода, способствующая образованию радиационных инверсий, и опускающийся, адиабатический нагревающийся воздух, формирующий приподнятую инверсию оседания, приводит к образованию многослойных инверсий или одного сложного, значительного по мощности и интенсивности задерживающего слоя. В холодный период года инверсия сохраняется и днем. Если приземная радиационная инверсия и разрушается, то в этом случае сохраняется мощная приподнятая. Устойчивость такого задерживающего слоя во времени способствует значительному накоплению примесей в приземном слое атмосферы при следующих метеорологических условиях: ясно; атмосферное давление 740 – 770 мм. рт. ст.; ветер Южный, Юго-Восточный, скорость ветра 0 – 5 м/с

(рис.3.). В табл.1. приведены показатели средней концентрации примесей загрязняющих веществ и гидродинамического режима, по которым моделировались неблагоприятные метеорологические условия, влияющие на распространение и накопление примесей 4-х компонентов в воздухе при выбросе от промышленных предприятий района Машмет Левобережный район города Воронеж. Контрольной точкой для измерения концентрации загрязняющих примесей является гидрометеорологический пост на ул. Д.И.Менделеева район Машмет.

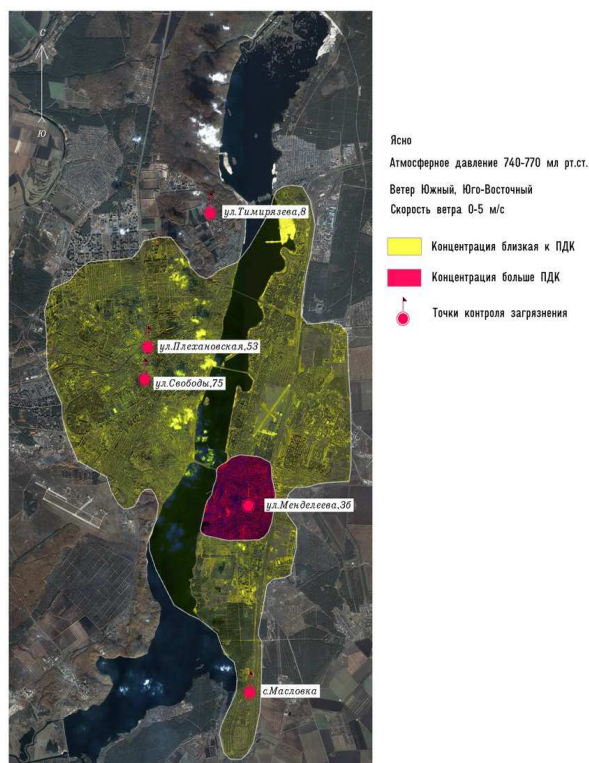


Рис.3. Влияние неблагоприятных метеорологических условий на распространение и накопление примесей загрязняющих веществ в воздухе. Обозначение: светлым цветом – концентрация близкая к ПДК; темным цветом – концентрация больше ПДК

Главным фактором, влияющим на распространение примесей в атмосфере, является ветровой режим. Зоны более высоких концентраций примесей создаются в подветренных районах по отношению к источникам выбросов при следующих метеорологических условиях: ясно; атмосферное давление 749 – 752 мм. рт. ст.; ветер Южный, Юго-Восточный, скорость

ветра > 6 м/с (рис.4.). Характер рассеивания и переноса примесей существенно зависит от скорости ветра. При выбросах от промышленных предприятий с высотными трубами значительные концентрации примесей у земли наблюдаются при так называемой опасной скорости ветра. Это связано с тем, что выбрасываемые газы имеют определенную скорость выброса из трубы и в случае их перегрева относительно окружающего воздуха обладают плавучестью.

В результате вблизи источника создается поле вертикальных скоростей, способствующих подъему факела и уносу примесей вверх. Убывание концентрации происходит и при очень сильных ветрах, за счет быстрого переноса

примесей (рис.4.). При сильном ветре и осадках промышленные выбросы от источника переносятся на расстояния и в итоге могут удалиться из атмосферы, в зависимости от количества осадков. В табл.2. приведены показатели средней концентрации примесей загрязняющих веществ и гидродинамического режима, для построения модели влияния ветрового режима на распространение и накопление примесей 4-х компонентов в атмосфере при выбросе от промышленных предприятий района Машмет Левобережный район города Воронеж.

Таблица 1

Статистические данные средней концентрации примесей загрязняющих веществ (PL, CO, SO₂, NO₂) и гидродинамического режима архивной выборки с гидрометеорологических постов города Воронеж за 2006 – 2008 год для построения модели 1

Показатели	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Концентрация, мг/м ³	2,246	2,250	3,256	0,448	2,001
Скорость ветра, м/с	0	0	1	1	1
Атмосферное давление, мм. рт. ст.	747	747	750	750	750
Количество облаков	0	0	0	1	1
Влажность, %	77	77	80	80	80
Температура, °С	-10	-10	-8	-13	-10

Таблица 2

Статистические данные средней концентрации примесей загрязняющих веществ (PL, CO, SO₂, NO₂) и гидродинамического режима архивной выборки с гидрометеорологических постов города Воронеж за 2006 – 2008 год для построения модели 2

Показатели	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Концентрация, мг/м ³	3,256	3,244	3,100	1,100	0,024
Скорость ветра, м/с	6	6	8	10	8
Атмосферное давление, мм. рт. ст.	750	750	749	747	749
Количество облаков	0	0	1	3	1
Влажность, %	77	77	79	80	80
Температура, °С	15	15	11	12	10

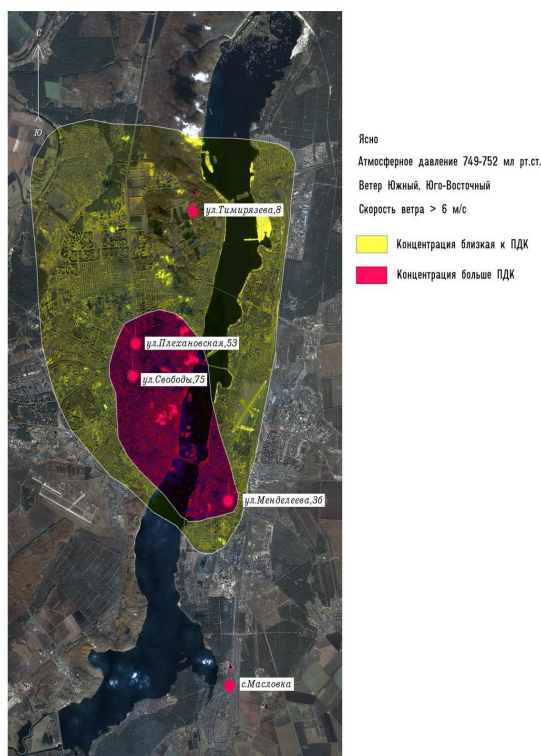


Рис.4. Влияние ветрового режима на распространение и накопление примесей загрязняющих веществ в воздухе. Обозначение: светлым цветом – концентрация близкая к ПДК; темным цветом – концентрация больше ПДК

На основании проведенного исследования региональных особенностей взаимосвязи погодных условий и характеристик загрязнения атмосферы выявлены и проанализированы аэросиноптические условия и метеорологические факторы (величины), влияющие на высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха

Воронежский государственный технический университет

APPLICATION OF THE GEOINFORMATIONAL MODELLING FOR AN ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION BY PLANT EMISSIONS OF INSTALLATIONS OF A TECHNOSPHERE

A.S. Artemyev, A.V. Zvyginceva

Research of interconnection of weather conditions and characteristics of an atmospheric pollution for working out of methods of the forecast of concentration of impurity in a free air is conducted. On the basis of geographical informational system ArcGIS 9.3 modules Geostatistical Analyst are built electronic cards with which help it is possible to define expected concentration of contaminants, such as PL (dust), CO, SO₂, NO₂

Key words: a circumambient, pollution, meteorological factors, a geographical information technology

города Воронежа. Влияние осадков на самоочищение атмосферы является темой наших дальнейших исследований. При построении распределения загрязнений по данным каждого поста контроля атмосферы было оценено влияние факела промышленного предприятия на загрязнение атмосферного воздуха города Воронежа в районе расположения постов.

Литература

1. Долженкова В.В., Звягинцева А.В. Прогнозирование влияния промышленных выбросов объектов техносферы на загрязнение окружающей среды /Материалы одиннадцатого международного научно-практического семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». Таганрог: Изд-во ГТИ ЮФУ. Кн.3. 2010, №10. С.125 – 130.
2. Корчагин Д.В. Моделирование распространения примесей от выбросов промышленных предприятий и автотранспорта в атмосфере г. Липецка /ArcReview. М.: ООО «Дата+». 2004. №4 (31). С. 5.
3. Расторгуев И. П. Применение системы статистического анализа SAS для решения задач метеорологического прогнозирования /Проблемы информационного и экологического мониторинга. Российский молодежный научный симпозиум: тезисы докладов. Воронеж. 1996. Ч.1. С. 52.
4. Артемьев А.С., Долженкова В.В., Звягинцева А.В. Применение геоинформационного моделирования для оценки загрязнения окружающей среды промышленными выбросами объектов техносферы /Материалы двенадцатого международного научно-практического семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы»: Донецк: ДонНТУ. 2011. Т.2. С. 136-140.

