

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЯЕМОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА (НА ПРИМЕРЕ г. БАРНАУЛА)

Уровень загрязнения атмосферы промышленного центра определяется выбросами загрязняющих веществ промышленными предприятиями и автотранспортом. Нами на примере города Барнаула разработана управляемая система мониторинга, позволяющая не только контролировать состояния загрязнения атмосферы, но и определять эффективность предложенных природоохранных мероприятий, осуществлять рациональную застройку городской территории и определить стратегию в области размещения новых предприятий и транспортных магистралей.

За последнее время охрана человека и природы от химических вредностей и опасностей становится одной из актуальнейших социальных и научно-технических задач. Влияние человека на природу стало принимать не только региональный, но и глобальный характер. Масштабы человеческой деятельности таковы, что в большинстве случаев природа не в состоянии самозащититься от вредностей, которые вносит человек. Это приводит к нарушению сложившегося равновесия между человеком и средой его обитания. Изменение природных условий происходит в результате хозяйственной деятельности человека в самых различных областях: развития строительной, химической промышленности, сельского хозяйства, энергетики, железнодорожного, водного и воздушного транспорта, городского хозяйства. Особенно это проявляется в условиях ускоренного развития народного хозяйства. Последствием этой деятельности является загрязнение окружающей среды, атмосферы, водных бассейнов, почвы, и как результат – пагубное влияние на человека, животных и растительный мир в целом. Основным направлением борьбы с загрязнением окружающей среды является возможно полное, комплексное использование сырья и энергии; применение современных технологий; санитарная очистка и утилизация промышленных, коммунальных и других выбросов; разработка новых математических моделей по оценке экологического риска определённых промышленных территорий и системы мониторинга.

Настоящие исследования научного коллектива направлены на разработку методов оценки экологической ситуации в промышленных центрах на основе базы данных по выбросам в атмосферу загрязняющих веществ и разработки средств и методов снижения экологического риска.

Современный этап развития атмосферы в РФ характеризуется отказом от концепции «абсолютной» безопасности, согласно которому любой технологический объект безопасен при соблюдении требований по его эксплуатации, и переходом к кон-

цепции приемлемого риска, по которой теоретически опасность присутствует всегда, а количественная мера опасности принимается как своеобразный компромисс, между стремлением снизить уровень риска к трудозатратам на это снижение.

При этом особая роль отводится экологическому нормированию это ключевая проблема в формировании системы экологической безопасности, включающей экодиагностику, экологическую экспертизу, мониторинг и прогнозирование. Эффективное функционирование этой системы при отсутствии нормативов допустимых экологических нагрузок практически невозможна. Существующая система регламентации базируется на санитарно-гигиенических нормативах. В целях защиты экосистем она неэффективна. Имеются многочисленные примеры, когда безопасные для человека уровни загрязнения губительны для биоты. Многокомпонентность выбросов производств делает неэффективным контроль за соблюдением регламентов по каждому отдельному ингредиенту. В результате того, что формы нахождения токсикантов в природе отличаются от форм, для которых были установлены нормативы, происходит наращивание экологически опасных производств и прогрессирует техногенная деградация природных комплексов. Все это определяет необходимость разработки иных подходов к регламентации техногенных нагрузок на экосистемы.

В сложившемся научном направлении при решении важной хозяйственной задачи формирования состояния биосферы разрабатываются теоретические и практические основы комплексной оценки сложившейся ситуации в результате антропогенного воздействия на окружающую среду, излагается технология создания средств мониторинга и управления качеством атмосферного воздуха, разрабатываются перспективные пути решения проблемы оздоровления экологической ситуации на стыке технических, естественных дисциплин и наук о Земле.

Вопросами определения уровней структуры загрязнения в воздухе промышленных центров за-

нимаются многие организации и ведомства. Но до сих пор не получена достаточно целостная картина загрязнений воздушного бассейна промышленного центра. Вызывает затруднение и раздельная оценка влияния городских предприятий на определенные участки города и сопредельные территории. Поэтому необходима разработка системы комплексной оценки экологической ситуации на основании изучения пространственной структуры распределения приоритетных по токсичности металлов в депонирующих природных компонентах окружающей среды на основании расчета рассеивания их в атмосфере.

Всякая природоохранная деятельность осуществляется в рамках конкретных территорий. Планирование, реализация и контроль результатов природоохранных мероприятий требует объективной информации об экологической обстановке и ее динамике. Получение и территориальная интерпретация такой информации осуществляется путем экологического картографирования и мониторинга.

В настоящее время в разных странах разработаны и используются на практике разнообразные индексы загрязнения, что связано с решением различных задач и поставленных целей [1]. В то же время универсальный индекс, который мог бы использоваться на практике, так и не разработан. Данное обстоятельство побудило проводить исследования по поиску «косвенного» показателя загрязнения воздуха, с помощью которого можно было бы производить общую гигиеническую оценку загрязнения воздуха.

Промышленный город Барнаул испытывает большие экологические нагрузки по ЗВ, выбрасываемым в атмосферу предприятиями, автотранспортом и другими объектами. В связи с этим остро стоит проблема анализа суммарных выбросов по различным веществам и ранжирование территорий по величине загрязнения.

Загрязнение атмосферы может быть глобальным (в масштабе земного шара), региональным (в пределах государства) и локальным (в пределах населенного пункта). При этом не может быть четкого разграничения между этими видами загрязнения, так как отсутствуют какие-либо границы в атмосферном воздухе. Необходимо учитывать также мощности выбросов, рельеф местности, гидродинамические условия в рассматриваемом регионе.

Стремление обеспечения чистоты окружающей среды, особенно на территориях городских застроек, привело к разработке системы нормирования качества окружающей среды. Гигиеничес-

кое нормирование в настоящее время предусматривает разработку предельно-допустимых концентраций (ПДК), определенных для более чем 500 веществ загрязненного атмосферного воздуха. Основными загрязняющими веществами приняты по международному соглашению 4-6 веществ [2]. В наших исследованиях за определяющие взяты: пыль, сернистый ангидрид, оксиды азота и углерода и сумма веществ однонаправленного воздействия – оксиды азота и серы.

Чтобы оценить уровень загрязнения атмосферы, необходимо результаты наблюдения, вернее, статистические характеристики ряда наблюдений, сравнить либо с диапазоном изменения этих характеристик для различных городов, либо с критериями качества воздуха. В качестве критерия оценки степени загрязнения использовался межградиентно-интегрированный показатель загрязнения атмосферы (КИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы):

$$\text{КИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с}}}_i \right)^{C_i},$$

где i – примесь;

q_i – среднегодовая концентрация примеси i ;

ПДК с.с – соответствующая среднесуточная предельно-допустимая концентрация;

C_i – константа, зависящая от класса токсичности вещества.

Экологическое картографирование территории Барнаульского промышленного узла проводилось на основании базы данных для 148 крупных промышленных предприятий и организаций г. Барнаула и Новоалтайска, производящих выбросы по 157 веществам.

Анализ суммарных выбросов предприятий г. Барнаула по различным веществам был проведен в форме ранжирования веществ по величине

$$P_i = \frac{Q_i}{\text{ПДК}_i},$$

где Q_i – годовой выброс i -го вещества. Расчет проводился по 4 веществам, имеющим наивысшее значение в общем загрязнении атмосферы города (диоксиды азота и серы, пыль и зола).

Результаты ранжирования территории г. Барнаула по загрязненности приведены в таблице 1, где отмечаются площади (кв. км), соответствующие категории степени загрязненности.

Общая картина показывает, что место наивысшей загрязненности практически совпадает (с учетом степени обусловленного розой ветров) с местоположением ТЭЦ, которые, следовательно, яв-

Таблица 1. Результаты ранжирования территории города Барнаула по загрязненности

Категория степени загрязненности	Определение	Полная площадь с данной загрязненностью (кв. км)	Площадь жилой зоны с данной загрязненностью (кв. км)
очень высокая	$ИЗА > 16$	2,109	0
высокая	$4 < ИЗА \leq 16$	36,35	1,962
повышенная	$1 < ИЗА \leq 4$	396,133	42,877
низкая	$ИЗА \leq 1$	241,408	12,988

ляются крупнейшими загрязнителями. На карте загрязненности можно наглядно видеть, что практически вся территория Барнаула находится в области с повышенной степенью загрязненности, а некоторая часть – в области с высокой степенью загрязненности. Более глубокий покомпонентный анализ вкладов в ИЗА показывает, что основную часть загрязнения по сернистому ангидриду и диоксиду азота формируют ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Напротив, по пыли основной вклад вносят ТЭЦ-1 и ТЭЦ-3, по золе ТЭЦ-1.

В промышленных центрах в последние годы значительно возрос «вклад» в загрязнение атмосферы выбросами автотранспорта. Положение осложняется тем, что выбросы распределяются в приповерхностном слое атмосферы, то есть непосредственно в зоне дыхания человека. Изучение экологической ситуации, сложившейся в промышленном центре под воздействием выбросов автотранспортом, и разработка эффективных мер снижения воздействия на окружающую среду являются одним из направлений наших исследований.

Картографическое обеспечение практической природоохранной деятельности в полном объеме реализуется при разработке и выполнении целе-

вых программ того или иного территориального охвата и направленности. Наиболее распространенными региональными программами, которые реализуются на основании проведенных исследований, являются территориальные комплексные схемы охраны природы Алтайского края; локальными – комплексы природоохранных мероприятий по объектам хозяйствования в соответствии с процедурой оценки воздействия на окружающую среду, а также совершенствование систем высшего образования за счет внедрения принципов математического моделирования состояния воздушного бассейна и разработки математических методов расчета рассеивания ЗВ в приземном слое атмосферы.

Эта задача решалась путем создания базы данных по параметрам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на основе обработки сведений, подаваемых в органы контроля промышленными предприятиями по форме «2-тп воздух».

Сбор данных по параметрам выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта проводился путем измерения плотности потоков на основных магистралях города и распределения по категориям автомобилей. Определение плотности транспортных потоков производилось путем периодического обследования 20 основных магистралей города Барнаула на 60 участках в течение 4-х лет (1997-2000 гг.) по действующей методике. Фрагмент одного из участков обследования приведен на рис. 1. Впоследствии в зависимости от типа двигателя внутреннего сгорания, грузоподъемности и вида транспортного средства определялось количество выбросов загрязняющих веществ.

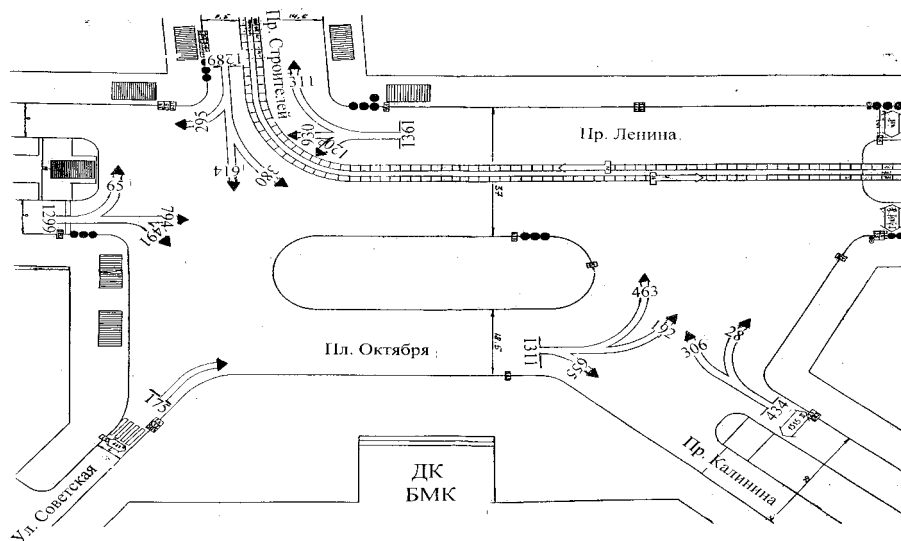


Рисунок 1. Один из участков обследования плотности транспортных потоков – пл. Октября (г. Барнаул)



Рисунок 2. Уровень и профиль загрязнения атмосферы г. Барнаула диоксидом азота от выбросов автотранспорта



Рисунок 3. Уровень и профиль загрязнения атмосферы г. Барнаула оксидом углерода от выбросов автотранспорта



Рисунок 4. Уровень и профиль загрязнения атмосферы г. Барнаула диоксидом азота от выбросов предприятий и автотранспорта

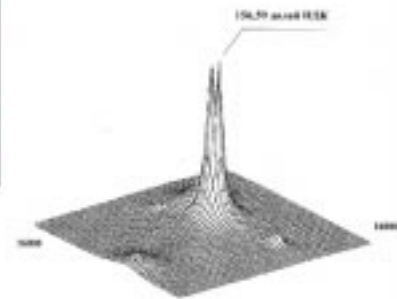
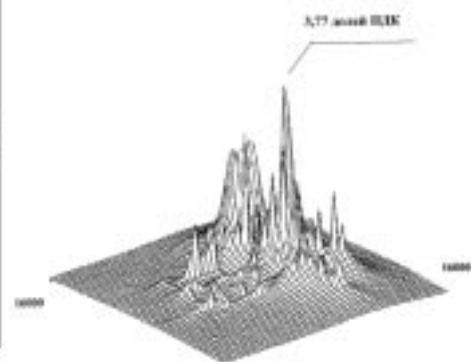


Рисунок 4. Уровень и профиль загрязнения атмосферы г. Барнаула оксидом углерода от выбросов предприятий и автотранспорта



Для расчета уровней загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта, промышленными предприятиями и их суммарным воздействием была создана информационная система, объединяющая в комплекс ряд блоков, включающих ПК «Атмосфера», «MatLab» и GisMaster (с системой картографического изображения города).

Результаты расчета на основе созданной информационной системы и базы данных по параметрам выбросов загрязняющих веществ получены в виде изолиний (соответствующих определенному уровню загрязнений), нанесенных на карту г. Барнаула. В данной работе приведены результаты расчета уровней загрязнения приземного слоя атмосферы оксидами азота (NOx) и монооксидом углерода (CO) вследствие выбросов автотранспорта (рис. 2, 3) и вследствие совместного воздействия выбросов автотранспорта и основных промышленных предприятий (рис. 4, 5).

Анализ результатов показывает, что вклад в уровень загрязнения атмосферы г. Барнаула выбросов автотранспорта по оксидам азота (NOx) на всей территории составляет 0,2 ПДК, а на отдельных участках, где плотность потока наибольшая, – 0,3 ПДК. Наиболее неблагоприятная картина складывается по загрязнению оксидами углерода (CO), когда уровень загрязнения на основной территории города составляет 0,5 ПДК, а в отдельных случаях (ул. Партизанская) достигает 2,0 ПДК. Уровень загрязнения атмосферы при учете совме-

стных выбросов автотранспорта и промышленных предприятий по CO значителен и составляет в отдельных случаях 3,0 ПДК.

Особенно неблагоприятная обстановка складывается по загрязнению NOx, когда уровень загрязнения основной территории города достигает 2,5 ПДК, а в северо-восточной части города 10-50 ПДК.

Качественная характеристика по некоторым компонентам, представленная в виде профилей уровней загрязнения территории города, позволяют выявить в масштабе наиболее опасные зоны по уровню загрязнения воздушного бассейна промышленного центра.

Разработанная управляемая система экологического мониторинга позволяет получить значения уровней загрязнения по всем веществам, по которым производится контроль в данном городе, в цифровом и картографическом виде. Это дает возможность по запросам пользователей оперативно получать информацию о загрязнении определенной городской территории, что необходимо при размещении вновь строящихся предприятий, оценить эффективность предполагаемых природоохранных мероприятий, нацеленных на снижение уровня загрязнения. На основе анализа уровня загрязнения воздушного бассейна города определяют стратегию по рациональной застройке его территории, размещения основных транспортных магистралей и регулирования дорожного движения.

Список использованной литературы:

1. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределения в воздухе. Справочник. – М.: Химия, 1991.
2. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: 1992, 58 с.