

Г.С. Жамсуева, А.С. Заяханов, Ю.Л. Ломухин, Г.Е. Баранников, В.П. Бутуханов

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДИОКСИДОМ СЕРЫ И ОКИСЬЮ УГЛЕРОДА В Г. УЛАН-УДЭ

Приводятся результаты экспериментальных исследований загрязнения атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ диоксидом серы и окисью углерода. Установлено, что уровень загрязнения воздуха в городе достаточно

При исследовании состояния природной среды центральное место занимает изучение пространственно-временной динамики метеовеличин и газовых компонентов воздуха на протяжении длительного периода времени. В соответствии с программой комплексного обследования состояния природной среды Байкальского региона выполнены экспериментальные исследования загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы и окисью углерода в г. Улан-Удэ с помощью мобильной эколого-метеорологической станции.

Метеорологические особенности Байкальского региона

Город Улан-Удэ расположен в зоне очень низкой рассеивающей способности атмосферы. Основными источниками загрязнения являются ТЭЦ, предприятия стройиндустрии, котельные, использующие для отопления твердое топливо. Выбросы вредных веществ по сравнению с другими крупными городами невелики, однако они осуществляются главным образом на небольших высотах и при данных метеорологических условиях очень слабо рассеиваются [1].

Известно, что главными факторами, способствующими аккумуляции загрязнений в приземном слое атмосферы, являются безветрие и наличие температурных инверсий. В области температурных инверсий турбулентный обмен значительно ослабляется, что приводит к образованию задерживающего слоя и накоплению аэрозоля сначала в зоне инверсии, затем в приземном слое. Таким образом, оперативный прогноз загрязнений воздуха непосредственно связан с ранним обнаружением температурных инверсий. Установлено, что при наличии инверсий уровень концентрации примесей в приземном слое будет на 10–60% больше, чем при ее отсутствии.

Для организации мониторинга температурных инверсий была использована телевизионная мачта высотой 100 м, расположенная в центре г. Улан-Удэ.

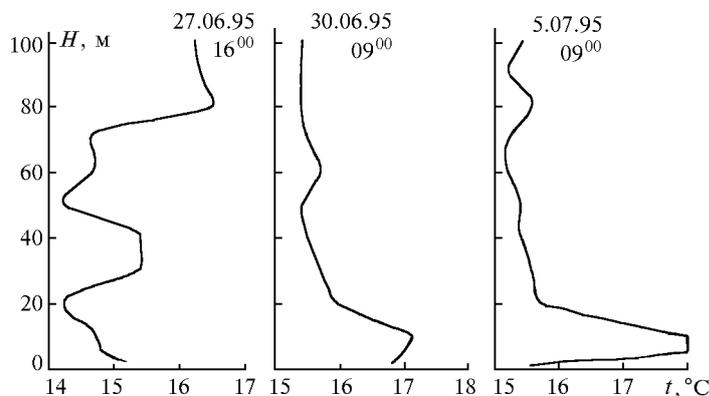


Рис. 1. Вертикальные профили температуры

Измерения вертикального распределения метеовеличин показали, что в летний период года наблюдаются все три типа распределения изменения температуры с ростом высоты, определяющие рассеивание примесей: приземная инверсия температуры, приподнятая инверсия и падение температуры с увеличением высоты.

На рис. 1 приведены примеры вертикальных профилей температуры, отобранных из серий наблюдений в г. Улан-Удэ. Как видно из рис. 1, инверсия температуры обнаруживается в нижнем приземном слое в 9 ч утра, при этом также наблюдается инверсия температуры в приподнятом слое атмосферы незначительной интенсивности. Днем образовывались приподнятые инверсии различной интенсивности на различных высотах.

Аппаратура и методика измерений

Содержание окиси углерода в воздухе определялось с помощью газоанализатора «Палладий-3», содержание сернистого ангидрида – американским газоанализатором «Sulfur dioxide mod. 8850 analyser» в режиме непрерывной регистрации пространственных и временных изменений исследуемых ингредиентов.

Исследование пространственно-временных характеристик загрязнения атмосферного воздуха требует накопления и обработки значительных массивов величин концентраций загрязняющих компонентов в различных точках пространства. Для выполнения поставленной задачи необходим автономный, мобильный комплекс аппаратуры, обладающий высоким быстродействием и достаточно мощными вычислительными возможностями.

Для этой цели использовался измерительно-вычислительный комплекс на базе микроЭВМ «Веста ИК-30», имеющий следующие технические характеристики: объем ОЗУ – 64 Кбайт; объем ОЗУ пользователя – 48 Кбайт; объем ПЗУ – 16 Кбайт; быстродействие (регистр – регистр) – 0,9 млн. оп./с.

Для контроля регистрации уровней концентрации CO и SO₂ к аналоговым выходам газоанализаторов «Палладий-3» и «Sulfur dioxide mod. 8850 analyser» подключался трехканальный самописец Н-320-3 с усилителем постоянного тока.

Результаты измерений

Ди ок с и д с е р ы . Уровень загрязнения приземного слоя атмосферы диоксидом серы формируется под действием как природных, так и антропогенных источников. В результате антропогенной деятельности в атмосферу попадают значительные количества серы, главным образом в виде диоксида серы [2, 3].

Расположение в центре г. Улан-Удэ ТЭЦ-1 обуславливает значительное накопление диоксида серы на территории города. В частности, маршрутными и подфакельными измерениями приземной концентрации сернистого ангидрида, проведенными на расстояниях, равных 3, 10, 15, 20 высотам труб, обнаружено, что среднесуточная концентрация диоксида серы составляет 0,15 мг/м³ (3 ПДК). В таблице приведены данные максимальных концентраций диоксида серы в течение недели весной 1995 г.

| Дата | 30/IV | 2/V | 3/V | 4/V | 5/V | 7/V | 12/V |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SO ₂ , мг/м ³ | 0,143 | 0,228 | 0,086 | 0,172 | 0,286 | 0,029 | 0,114 |

Из таблицы следует, что наблюдаются повышенные значения максимальных разовых концентраций сернистого ангидрида до 0,286 мг/м³, которые обуславливаются малыми скоростями ветра (2–4 м/с).

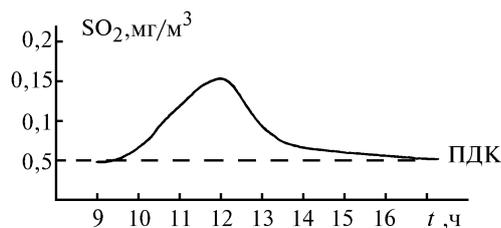


Рис. 2. Среднечасовые изменения концентрации SO₂

На рис. 2 приведен график среднечасовых изменений SO_2 при подфакельных измерениях. Самые большие концентрации SO_2 , как следовало ожидать, отмечены в подфакельных зонах ТЭЦ-1. Как показали измерения SO_2 , наблюдается резкое увеличение концентрации SO_2 в воздухе, если факел направлен на газоанализатор (до $0,286 \text{ мг/м}^3$), и резкое уменьшение (до $0,06 \text{ мг/м}^3$), если факел направлен в сторону от газоанализатора под углом 90° .

Окись углерода. Общий фон загрязнения атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ в основном формируется выбросами таких крупных источников загрязнения, как ТЭЦ-1 и автотранспорт. Вклад ТЭЦ-1 в загрязнение воздуха окисью углерода достаточно высок. Это показали маршрутные и подфакельные наблюдения за содержанием CO в районе ТЭЦ-1. Наблюдения за факелом от труб ТЭЦ-1 проводились по визуальным определенным границам факела. Отбор проб воздуха осуществлялся по направлению ветра на различных расстояниях от источника выброса. Для контроля измерения производился отбор проб и с наветренной стороны на некотором расстоянии от источника. Подфакельные измерения проводились при различных погодных условиях на высоте 1,5–2 м в течение 6–10 ч на разных расстояниях от источника выброса по известной методике [4].

Средние приземные концентрации CO в створе факела на расстояниях, равных 3, 10, 15, 20 высотам труб, составили соответственно значения $C_{\text{CO}} = 20; 19; 10; 9 \text{ мг/м}^3$.

При смещении пункта наблюдений перпендикулярно направлению распространения дымового шлейфа на расстояния 100–200 м концентрация CO резко снижается вплоть до фоновых (средних) для города уровней – $2\text{--}3 \text{ мг/м}^3$.

Выбросы автотранспорта в настоящее время являются основным источником загрязнения в крупных городах. Контроль выбросов автотранспорта наиболее важен, поскольку отработавшие газы сразу же оказываются в зоне дыхания человека и слабо разбавляются в атмосфере.

Для оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода, выделяемой автотранспортом, были проведены измерения на основных магистралях г. Улан-Удэ, в местах повышенной антропогенной нагрузки выхлопными газами. Пункты измерений выбирались непосредственно на городских улицах с интенсивным движением автотранспорта, в местах расположения светофоров, вблизи пешеходных переходов. По данным измерений были определены максимально разовые концентрации CO и средние значения уровней концентрации CO за время измерений на каждом пункте наблюдения. Наибольшие загрязнения окисью углерода зарегистрированы в районе центрального рынка – самой оживленной части города. Максимальные значения содержания окиси углерода в воздухе за время измерений достигали 48 мг/м^3 .

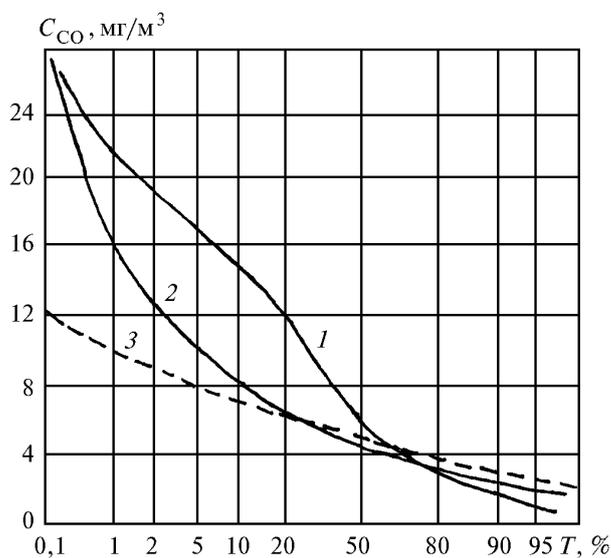


Рис. 3. Интегральные распределения концентрации CO на разных перекрестках

Зависимость распределения концентрации CO от интенсивности движения автотранспорта на разных перекрестках показана на рис. 3. Цифрами обозначены: 1 – перекресток ул. Куйбышева – ул. Балтахинова (центральный рынок) с интенсивностью движения автотранспорта

2200 ед./ч; 2 – перекресток ул. Гагарина – ул. 50-летия Октября (2000 ед./ч); 3 – перекресток ул. Ключевская – ул. Новый мост (1200 ед./ч).

Исследования показали, что максимум концентрации СО от выбросов отработавших газов автомобилей находится на самой транспортной магистрали, при удалении от обочины падает, достигая на расстояниях 20–30 м уровней 2–3 мг/м³.

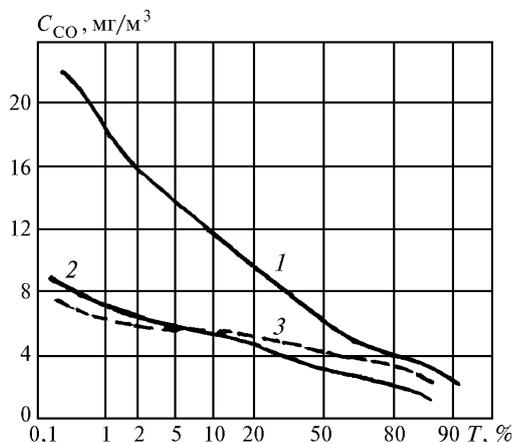


Рис. 4. Распределения концентрации СО вдоль автомагистрали

Распределение концентрации СО вдоль магистрали также неоднородно. На рис. 4 приведены распределения концентрации окиси углерода при удалении от перекрестка вдоль трассы: 1 – вблизи перекрестка ул. Сахья-новой – ул. Жердева; 2 – на расстоянии 20 м от перекрестка вдоль ул. Жердева; 3 – на расстоянии 40 м от перекрестка.

Суточная зависимость концентрации СО исследовалась в двух пунктах, в которых проводились непрерывные измерения в течение суток: в жилом массиве, удаленном от основных источников загрязнения, и в здании, расположенном на расстоянии 20–30 м от перекрестка.

Амплитуда изменения уровней концентрации СО в жилом массиве колеблется в пределах 1–3 мг/м³. Вблизи транспортных потоков отчетливо проявляется суточная зависимость содержания СО, чаще всего наблюдается увеличение концентрации СО в утренние и ночные часы (рис. 5). Это свидетельствует о том, что загрязнение воздуха окисью углерода имеет локальный характер, связанный с влиянием автотранспорта. Максимум концентрации СО в утренние часы, по-видимому, связан с деятельностью автотранспорта, так как начинают работать непрогретые механизмы, выбрасывая несгоревшие газы. Ночной максимум связан, на наш взгляд, с оседанием газов из вышележащих слоев воздуха, когда интенсивность турбулентности перемешивания минимальна.

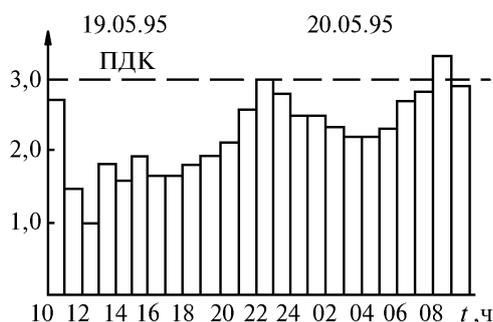


Рис. 5. Суточная зависимость концентрации СО

Проведенные исследования являются некоторым этапом в работе по внедрению автоматизированной системы контроля воздушного бассейна типа «Город» при поддержке Государственного комитета по экологии Республики Бурятия.

1. Алисов Б. П. Климат СССР. М.: Изд-во МГУ, 1956. 128 с.

2. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 256 с.
3. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 184 с.
4. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 286 с.

Бурятский институт естественных наук СО РАН,
г. Улан-Удэ

Поступила в редакцию
10 ноября 1996 г.

G.S. Zhamsueva, A.S. Zayakhanov, Ju.L. Lomukhin, G.E. Ba-rannikov,
V.P. Butukhanov. **Study of Dynamics of Atmospheric Air over Ulan-Ude City Polluted by SO₂ and CO.**

Some results of gaseous pollution measurements in the atmosphere over Ulan-Ude are presented. The pollution level is found to be rather high. The temperature stratification of the low atmosphere was studied using of a mast of 100 m height.