

УДК 543:551.5

Аналитический контроль атмосферного воздуха

К.С. Колбанцев¹, Е.А. Лейтес¹

¹ Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Analytical Control of Atmospheric Air

K.S. Kolbantsev¹, E.A. Leites¹

¹ Altai State University (Barnaul, Russia)

Качество и продолжительность жизни зависят от атмосферного воздуха. Наиболее распространены загрязняющими веществами, поступающими в атмосферный воздух от техногенных источников, являются газы: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и аэрозоли — взвеси твердых и жидких частиц.

Отбор проб атмосферного воздуха в Барнауле осуществляли аспирационным способом путем пропускания воздуха с определенной скоростью через поглотительный прибор или заполнения сосудов ограниченной емкости.

Метод определения сероводорода основан на улавливании сероводорода из воздуха пленочным хемосорбентом и определении соединения, образующегося в результате взаимодействия сульфид-иона с N, N-диметил-п-фенилендиамином и хлорным железом.

Метод определения фенола заключается в улавливании фенола из воздуха пленочным хемосорбентом и определении соединения, образующегося при взаимодействии фенола с 4-аминоантипирином и гексацианоферратом калия.

Метод определения формальдегида предусматривает улавливание формальдегида ацетилацетоном в присутствии аммиака с образованием 3,5-диацетил-1,4-дигидролутидина.

Метод определения диоксида серы основан на улавливании диоксида серы из воздуха пленочным хемосорбентом и определении соединения, образующегося в результате взаимодействия диоксида серы с формальдегидом и фуксином.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, пробы разовые, пробы средние суточные, средняя суточная концентрация, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, аэрозоли.

DOI 10.14258/izvasu(2014)3.2-28

Качество и продолжительность жизни зависят от атмосферного воздуха. Известно, что в городах, заполненных автомобильным транспортом, вблизи которых имеются промышленные предприятия, воздух

The quality and duration of life depend on atmospheric air. The most common pollutants of atmospheric air from technogenic sources are gases: carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons and aerosols — suspensions of solid and liquid particles.

Air sampling in Barnaul was performed by aspiration method passing the air through absorption device at a certain speed or filling vessels of limited capacity. The method for hydrogen sulfide determination is based on the capture of hydrogen sulphide in the air by film chemisorbent and identifying of the compound formed resulting from the interaction of sulfide ion with N, N-dimethyl-p-phenylenediamine and ferric chloride.

The method for phenol determination is based on capturing of phenol in the air by film chemisorbent and identifying of the compound resulting from the interaction of phenol with 4-aminoantipyrine and potassium hexacyanoferrate.

The method for formaldehyde determination is based on capturing of formaldehyde with acetylacetone in the presence of ammonia resulting in 3,5-diacetyl-1,4-dihydrolutidine forming.

The method for sulfur dioxide determination is based on capturing of sulfur dioxide in the air by film chemisorbent and identifying the compounds resulting from the interaction of sulfur dioxide with formaldehyde and magenta.

Key words: contaminants, spot samples, mean daily samples, mean daily concentration, carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, aerosols.

может содержать большое количество загрязняющих веществ. Наиболее распространенные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух от техногенных источников: оксид углерода (CO), диоксид

серы (SO₂), оксиды азота (NO_x), углеводороды (C_mH_n) и аэрозоли — взвеси твердых и жидких частиц [1–9].

Отбор проб атмосферного воздуха в Барнауле осуществляли аспирационным способом путем пропускания воздуха с определенной скоростью через поглотительный прибор или заполнения сосудов ограниченной емкости. Причем для исследования примесей в виде аэрозолей (пыли) пригоден только первый способ.

При пропускании воздуха через поглотительный прибор происходит концентрирование анализируемого вещества в поглотительной среде. Для достоверного определения концентрации вещества расход воздуха должен составлять не менее десятков или сотен литров в минуту. Пробы подразделяются на разовые (период отбора 20–30 мин) и средние суточные (определяются путем осреднения не менее четырех разовых проб атмосферного воздуха, отобранных через равные промежутки времени в течение суток). Средняя суточная концентрация может быть получена и при более частых отборах проб воздуха в течение суток, но обязательно через равные промежутки времени.

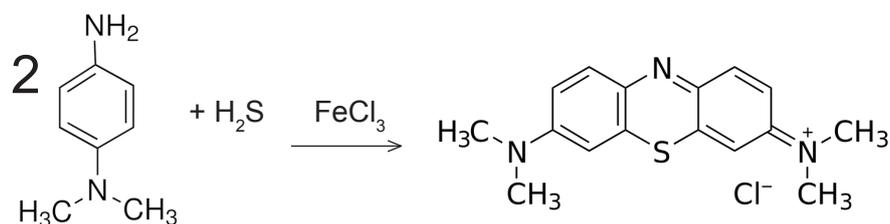
Для отбора проб воздуха используются электроаспираторы, пылесосы и другие приборы и устройства, пропускающие воздух, а также устройства, регистрирующие объем пропускаемого воздуха (реометры, ротаметры и другие расходомеры).

Перенос и рассеяние вредных веществ в атмосферном воздухе определяют метеорологические факторы, поэтому отбор проб воздуха должен сопровождаться наблюдениями за дымовыми факелами источников выбросов и основными метеорологическими параметрами, к числу которых относятся скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, атмосферные явления.

Используемый в работе аспиратор М 822, предназначенный для отбора проб воздуха с целью анализа содержащихся в нем примесей, просасывает не менее 40 л/мин воздуха через фильтры с сопротивлением 3 ± 0,15 кПа (300 ± 15 мм вод. ст.) при работе одновременно на двух ротаметрах, измеряющих расход воздуха в диапазоне 1–20 л/мин, и при закрытом разгрузочном клапане.

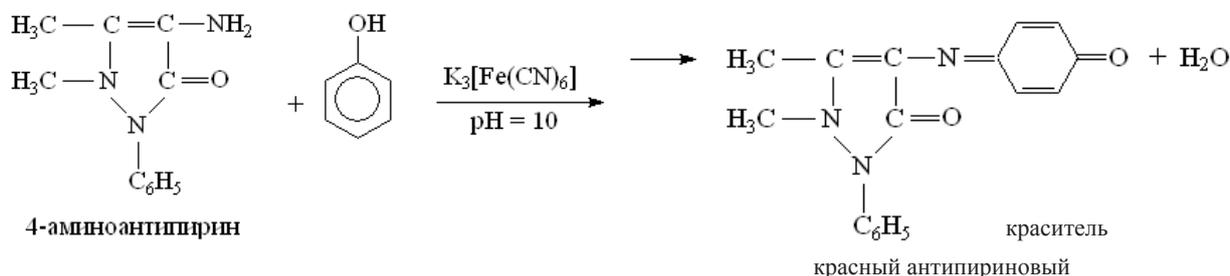
Для определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе применяли спектрофотометрические методы анализа.

Спектрофотометрический метод определения сероводорода основан на улавливании сероводорода из воздуха пленочным хемосорбентом с последующим фотометрированием соединения, образующегося в результате взаимодействия сульфид-анионов с N,N-диметил-p-фенилендиамином и хлорным железом, с образованием окрашенного продукта (при λ = 670 нм) [9] по схеме:



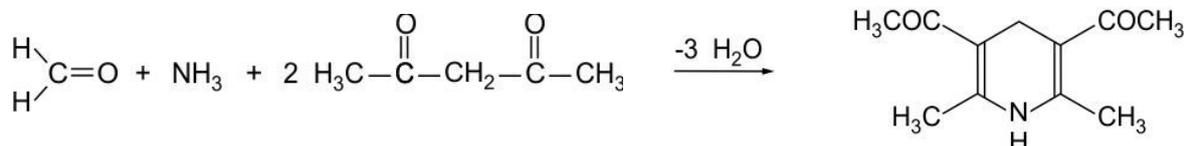
Спектрофотометрический метод определения фенола предполагает улавливание фенола из воздуха пленочным хемосорбентом и определение соедине-

ния, образующегося в результате взаимодействия фенола с 4-аминоантипирином и гексацианоферратом калия (при λ = 508 нм), [6] по схеме:



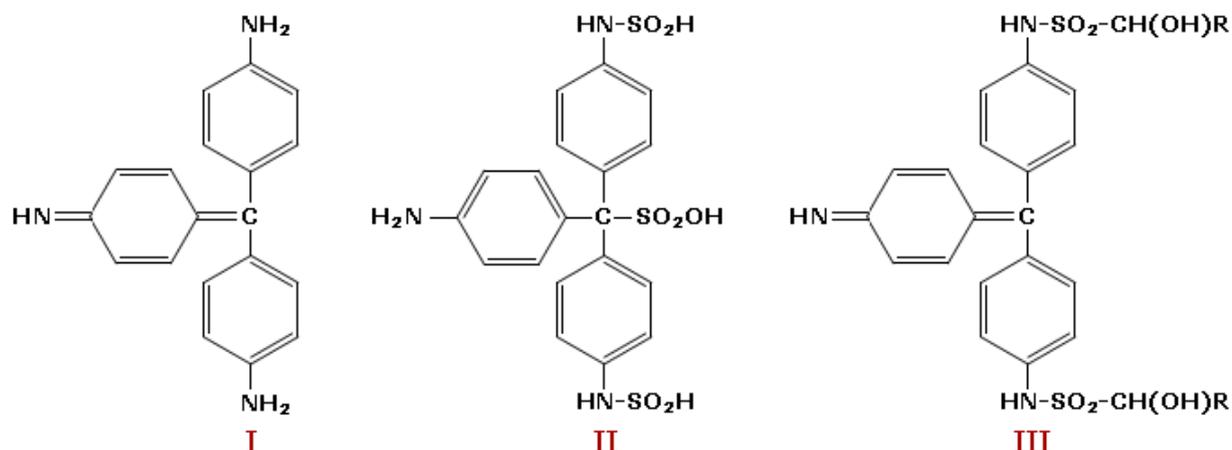
Спектрофотометрический метод определения формальдегида — это улавливание формальдегида ацетилацетоном в присутствии аммиака с об-

разованием 3,5-диацетил-1,4-дигидролутидина (при λ = 412 нм) [7] по схеме:



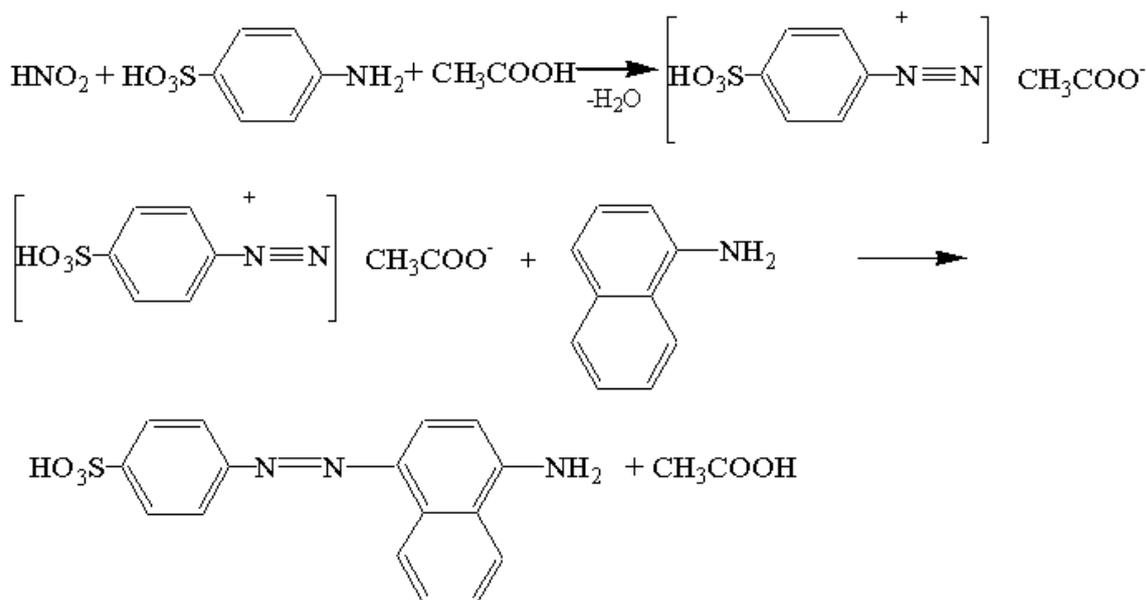
Спектрофотометрический метод определения диоксида серы основан на улавливании диоксида серы из воздуха пленочным хемосорбентом и определении

соединения, образующегося в результате взаимодействия диоксида серы с формальдегидом и фуксином (при $\lambda = 548$ нм) [5], по схеме:



Спектрофотометрический метод определения оксида и диоксида азота предусматривает улавливание оксида и диоксида азота из воздуха пленочным хемосорбентом и определение соединения, образу-

ющегося в результате взаимодействия нитрит-иона с сульфаниловой кислотой и 1-нафтиламином в растворе уксусной кислоты (при $\lambda = 520$ нм) [8], по схеме:



При определении содержания оксида и диоксида азота, диоксида серы, сероводорода, оксида углерода, фенола, формальдегида и взвешенных веществ в воздухе выявлено (см. рис. 1–6; табл. 1, 2):

а) содержание оксида азота, сероводорода и диоксида серы в атмосферном воздухе Барнаула не превышало норм;

б) содержание оксида углерода в 2,5 раза превышало предельно допустимые концентрации (ПДК) в Центральном, Железнодорожном и Ленинском районах города, снижаясь к 2012 г. до 2,2 ПДК в Октябрьском и Железнодорожном районах и до нормального показателя — в Центральном районе;

в) содержание диоксида азота превышено вдвое в Железнодорожном районе в 2011 г. и в Центральном районе в 2012 г.;

г) повышенный уровень загрязнения фенолом зарегистрирован только в Центральном районе — 1,7–1,9 ПДК;

д) повышенный уровень загрязнения формальдегидом в разное время отмечен во всех районах города, что связано с большим количеством дизельных автомобилей, загрязняющих атмосферу углеводородами, и отсутствием объездных дорог. Наибольшее превышение загрязнения формальдегидом (5–7,5 ПДК) за-

регистрировано в Центральном и Ленинском районах, при этом в 2012 г. имеется тенденция к уменьшению его содержания в Ленинском районе (4,5 ПДК).

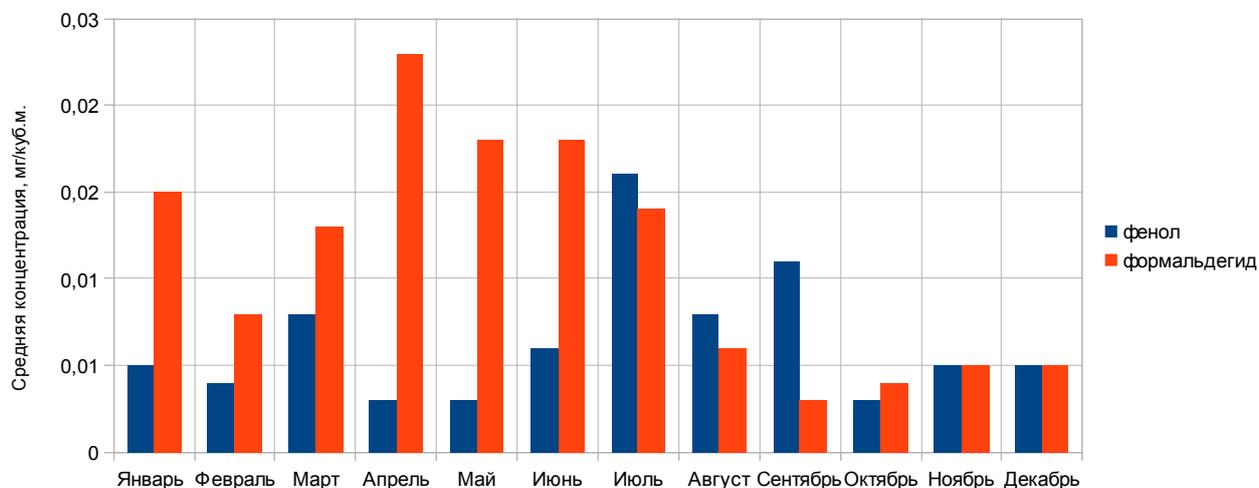


Рис. 1. Средние значения концентраций фенола и формальдегида (2011 г.)

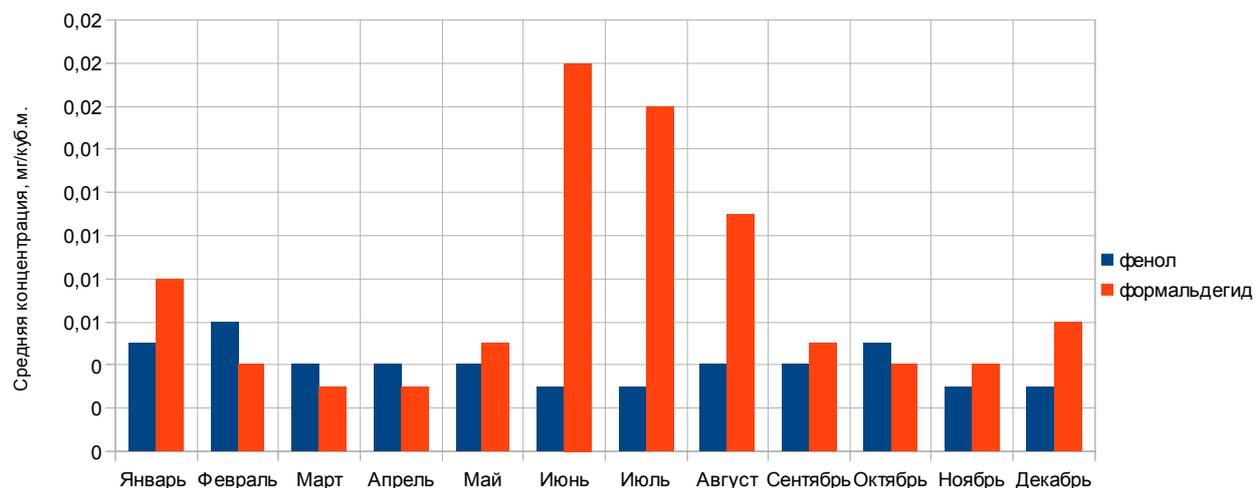


Рис. 2. Средние значения концентраций фенола и формальдегида (2012 г.)

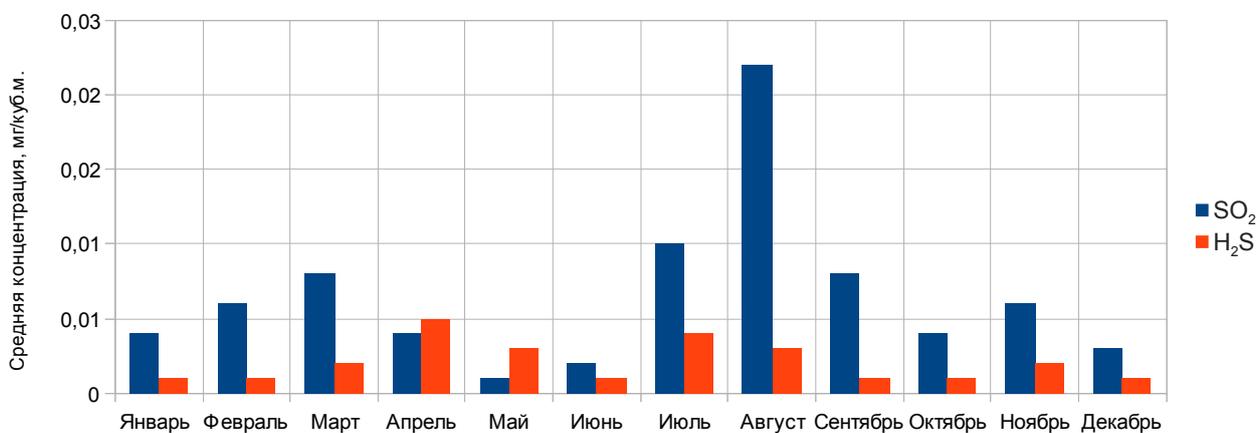


Рис. 3. Средние значения концентраций диоксида серы и сероводорода (2011 г.)

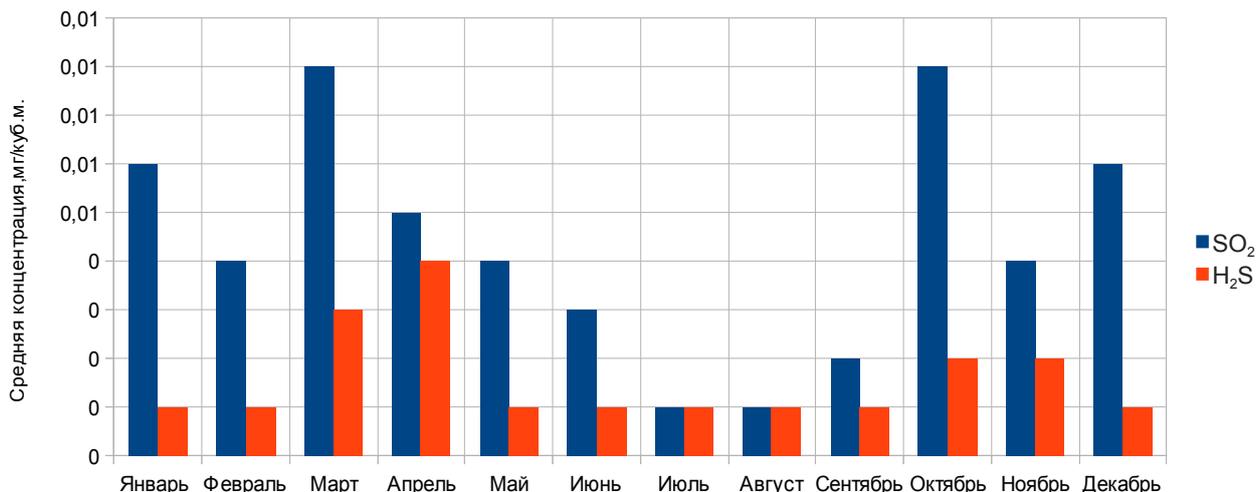


Рис. 4. Средние значения концентраций диоксида серы и сероводорода (2012 г.)

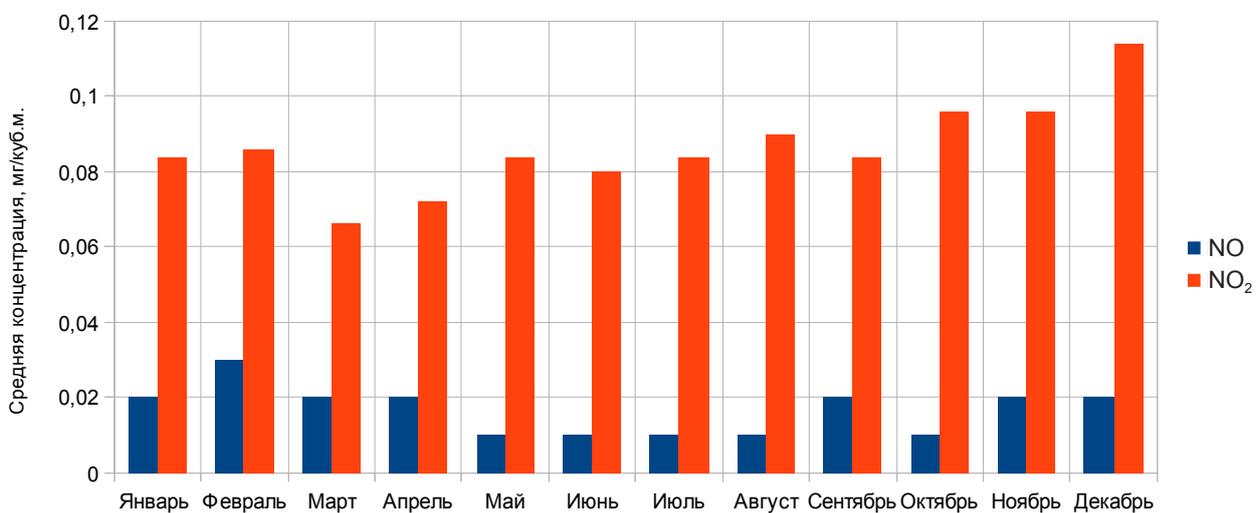


Рис. 5. Средние значения концентраций оксида и диоксида азота (2011 г.)

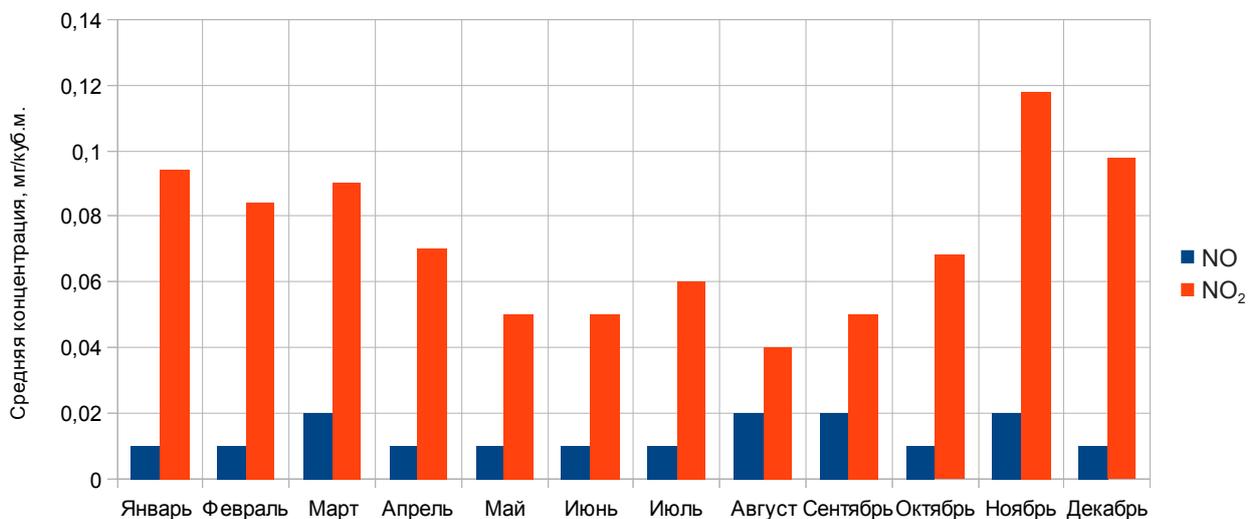


Рис. 6. Средние значения концентраций оксида и диоксида азота (2012 г.)

Таблица 1

Уровень загрязнения атмосферного воздуха по районам Барнаула в 2011 г.

Район	Фенол	Формальдегид	NO, NO ₂	SO ₂	H ₂ S
Центральный	1,7 ПДК	5–7,5 ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Октябрьский	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Железнодорожный	≤ ПДК	≤ ПДК	1,9 ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Индустриальный	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Ленинский	≤ ПДК	5–7,5 ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК

Таблица 2

Уровень загрязнения атмосферного воздуха по районам Барнаула в 2012 г.

Район	Фенол	Формальдегид	NO, NO ₂	SO ₂	H ₂ S
Центральный	1,9 ПДК	7,5 ПДК	1,9 ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Октябрьский	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Железнодорожный	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Индустриальный	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК
Ленинский	≤ ПДК	4,5 ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК

Наиболее благополучным следует признать Индустриальный район Барнаула (значение ПДК не превышает нормы), а Центральный район является наиболее загрязненным по содержанию в воздухе фенола, формальдегида, диоксида углерода и взвешенных веществ.

Авторы благодарят Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за любезно предоставленные недостающие данные по контролю загрязнения атмосферы и полезные консультации.

Библиографический список

- ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества населенных пунктов [Электронный ресурс]. — URL: <http://docs.cntd.ru/>.
- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.infosait.ru/>.
- РД 52.04.57-85. Методические указания по определению содержания диоксида азота в атмосферном воздухе с отбором проб на пленочный сорбент. — Л., 1986.
- Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. — Л., 1980.
- Вольберг Н.Ш., Тульчинская З.Г. Определение двуокиси серы в атмосфере парарозанилинформальдегидным методом с отбором проб сорбционными трубками // Труды ГГО. — 1975. — Вып. 352.
- Гражданова Т.Н., Бреннер Э.С., Вольберг Н.Ш. Способ отбора проб фенолов из воздуха. А.с. № 789707 (СССР) // Бюл. изобр. — 1980. — № 17.
- Крылова Н.А. Формальдегид // Методы определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (приложение № 1 к списку ПДК № 3086-84 от 27.08.84). — М., 1985.
- Павленко А.А., Вольберг Н.Ш. Использование твердых сорбентов при определении окислов азота // Труды ГГО. — 1979. — Вып. 417.
- Павленко А.А. Усовершенствование способа отбора проб H₂S на твердый сорбент // Труды ГГО. — 1979. — Вып. 436.