

УДК 87.17 (87.17.91)

Е. В. Думт

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУХА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА БИЙСКА АЛТАЙСКОГО КРАЯ) БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ, ФОРМАЛЬДЕГИДОМ И ДИОКСИДОМ АЗОТА

Рассматривается вопрос загрязнения воздуха города бенз(а)пиреном, формальдегидом и диоксидом азота. Данные вещества являются основными, определяющими высокий уровень загрязнения воздуха города. Проанализированы многолетние среднегодовые и среднемесячные концентрации ингредиентов, динамики концентрации по сезонам года. Определены коэффициенты наклона линейного тренда изменения концентрации.

Ключевые слова: мониторинг, загрязнение, воздух, бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, коэффициент наклона.

Воздух является одним из основных жизненно важных компонентов окружающей природной среды, неотъемлемой частью сферы обитания человека, растений и животных. Проблема загрязнения воздуха остается главной в современных городах, в том числе в г. Бийске Алтайского края. В настоящее время Бийск – второй по численности населения и в промышленном отношении город в Алтайском крае, в котором находится 132 промышленных предприятия, из них – 44 больших и средних, 88 – малых. В 2000 г. Бийск попал в список самых загрязненных городов России.

Основным источником загрязнения окружающей среды и воздуха выступают предприятия топливной энергетики (ОАО «Бийскэнерго», отопительные котельные), а также химической промышленности (ОАО «Бийская химическая компания», ФГУП «Бийский олеумный завод», ФГУП «ФНПЦ Алтай»), машиностроения (ГУП БПО «Сибприбормаш», ОАО «Бийский котельный завод», ООО ПКФ «Бийский машиностроительный завод»), деревообрабатывающей промышленности (ЗАО «Бийская мебельная фабрика») и др. [1].

Особенностью г. Бийска становится то, что многие предприятия химической промышленности и ТЭЦ-1 находятся в его юго-западной части, а это при преобладающем юго-западном направлении ветра неблагоприятно сказывается на экологической обстановке практически во всех жилых районах. Это подтверждается приблизительно одинаковым уровнем загрязнения воздуха в разных местах города, вместе с тем в районе транспортной развязки пер. Коммунарского благодаря вкладу автотранспорта он возрастает вдвое [2; 3].

Оценка загрязнения воздуха в современном городе является важнейшим методологическим вопросом мониторинга загрязнения окружающей среды, так как от этого зависят природоохранные мероприятия и распределение средств на их выполнение. Сохранение благоприятного состояния воздуха необходимо для обеспечения оптимальных условий жизни и хозяйственной деятельности человека.

Мониторинг качества воздуха в г. Бийске проводит Комплексная лаборатория по мониторингу загрязнения окружающей среды (КЛМС) на трех стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ) [2]. Условно названные «городскими фоновыми», посты расположены в жилых районах на юго-западе (квартал АБ) (ПНЗ-2) и центральной части города (поселок Котельщиков) (ПНЗ-11), а «транспортные» (ПНЗ-5) – в пер. Коммунарском (северо-восточная часть города). План-схема расположения постов наблюдения представлен на рис. 1. Анализ проб воздуха производят на содержание взвешенных веществ (пыль), диоксида серы (SO₂), сульфатов растворимых, оксида углерода (CO), диоксида азота (NO₂), оксида азота (NO), сажи, водорода хлористого (HCl), формальдегида (НСОН), бенз(а)пирена (C₂₀H₁₂) [5].

Высокий уровень загрязнения воздуха определяется концентрациями бенз(а)пирена, формальдегида и диоксида азота. Поэтому в статье рассмотрено современное состояние загрязнения воздуха данными ингредиентами в г. Бийске.

Бенз(а)пирен (БП) – представитель семейства полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), относится к первому классу опасности [4]. Образуется он при сгорании углеводородного жидкого, твердого и газообразного топлива на предприятиях, использующих каменноугольные пеки, битумы, масла, при производстве резиново-технических изделий, переработке сельскохозяйственных культур. Особенно большое количество БП поступает от мелких котельных: сжигание в них всех видов топлива сопровождается эмиссией большего количества ПАУ, чем на крупных ТЭЦ и ТЭС, при одинаковой норме расхода топлива; присутствует также в выхлопах автомобилей (бензиновых и дизельных).

БП способен переноситься воздушными потоками на большие расстояния (до 100 км от источника выброса), находясь при этом в нижних слоях атмосферы, и легко проникает в легкие человека. Поэтому можно сказать, что БП, определяемый в



Рис. 1. Схема расположения постов наблюдения за загрязнением воздуха в г. Бийске

воздухе города, образуется только в г. Бийске. С атмосферными осадками он поступает в поверхностные слои почвы; из почвы – в ткани растений и продолжает свое движение дальше по трофической цепи, при этом на каждой ее ступени содержание БП в природных средах возрастает на порядок.

Для содержания в воздухе БП характерна резко выраженная сезонность его изменений. Чем больше амплитуда повторяемости неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий, тем больше амплитуда изменений средних месячных концентраций БП. При этом в зимнее время концентрации БП в несколько раз выше, чем летом, поскольку под действием УФ-излучения БП разрушается.

БП – канцерогенное вещество, которое рассматривается медиками как однозначно провоцирующее раковые заболевания. Оно имеет хорошую проникающую способность в клетки живых организмов. Человек может получить его не только через кожу, дыхательные пути, но и с пищей. БП обладает способностью накапливаться в живых организмах, провоцируя в дальнейшем онкологические заболевания. В организме БП частично окисляется, обладая мутагенной активностью.

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) установлено среднегодовое значение концентрации БП в воздухе, равное $1 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$, выше которого могут наблюдаться неблагоприятные последствия для здоровья человека, в том числе уве-

личение количества случаев заболевания злокачественными новообразованиями [4].

Среднегодовая многолетняя концентрация БП составляет $3.01 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-6} \cdot \text{сутки}$, что выше предельно допустимой концентрации (ПДК): ПДК_{сс} БП $1 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$ [2; 5].

На рис. 2 показана динамика среднегодовых концентраций БП в г. Бийске.

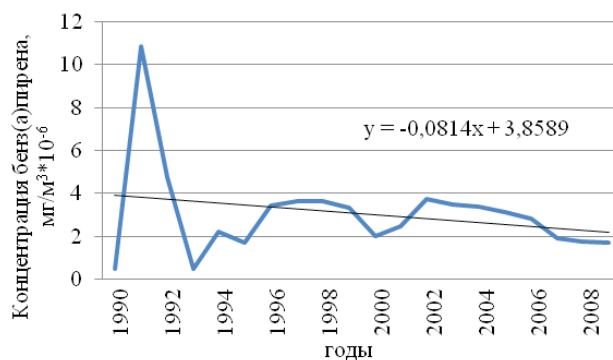


Рис. 2. Динамика среднегодовых концентраций бенз(а)пирена в воздухе г. Бийска (1990–2009)

Анализ концентрации БП определяется только на ПНЗ-11 и за период 1990–2009 гг. показывает, что среднегодовые уровни загрязнения превышали предельно допустимую концентрацию в среднем в 2–4 раза. Данных наблюдений за концентрацией БП на других ПНЗ нет, но так как источником БП является автотранспорт (кроме отопительных котельных), то на ПНЗ-5 с интенсивным автомобиль-

ным движением его содержание должно быть значительно больше, чем в жилых районах. Наибольшее превышение среднегодовой нормы зарегистрировано в 1991 г. и составило $10.86 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$. Повышение уровня концентрации вещества было в конце 1990-х и середине 2000-х гг. Сейчас наблюдается тенденция к снижению концентрации БП в воздухе г. Бийска.

Годовой ход средних месячных многолетних концентраций БП в воздухе г. Бийска приведен на рис. 3.

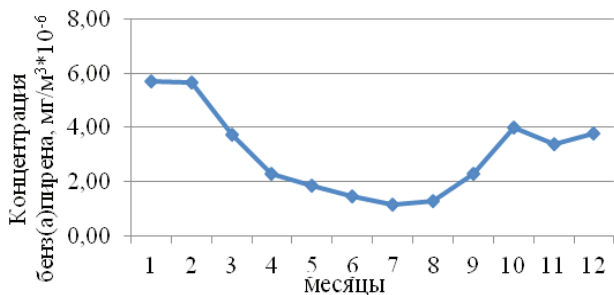


Рис. 3. Многолетние среднемесячные концентрации БП в воздухе г. Бийска

Динамика среднемесячных многолетних концентраций показывает, что наибольшие значения концентраций БП характерны для холодного периода года (с октября по март) (рис. 3). При этом наибольшие превышения ПДК происходят в январе-феврале. Это объясняется тем, что в холодный период работают котельные, печи и т. д. При этом выявляется большая изменчивость между летними и зимними значениями. Отклонение концентраций формальдегида и диоксида азота холодного и зимнего периодов небольшое.

В зимний период (январь) и осенью (октябрь) происходит постоянное уменьшение концентрации БП в воздухе города, что связано с установкой новых очистных сооружений и заменой оборудования на крупных городских отопительных котельных и «Бийскэнерго» (бывшая ТЭЦ-1). Весной (апрель) и летом (июль), наоборот, происходит увеличение концентрации вещества в воздухе. Превышение ПДК БП в теплый период объясняется возрастающим количеством автотранспорта и увеличением потребления топлива (рис. 4).

Динамика концентрации БП в различные сезоны года показана на рис. 4.

Анализ значений концентрации БП в Бийске показал, что ее уменьшение наблюдается с сентября по март. В табл. 2 приведены коэффициенты тренда концентрации БП.

Другим важным ингредиентом, загрязняющим воздух города, является формальдегид.

Формальдегид – высокотоксичный бесцветный газ. Его используют на предприятиях мебельной,

химической (в том числе фармацевтической), лесной промышленности, он выступает компонентом некоторых пластмасс и ДСП. Известно, что это канцерогенное вещество отрицательно воздействует на весь организм. Еще один источник формальдегида – панели МДФ, лакокрасочные материалы и т. д. [6].

Формальдегид быстро взаимодействует с тканями организма. Наиболее общий признак от его действия – это раздражение глаз, носа, горла и

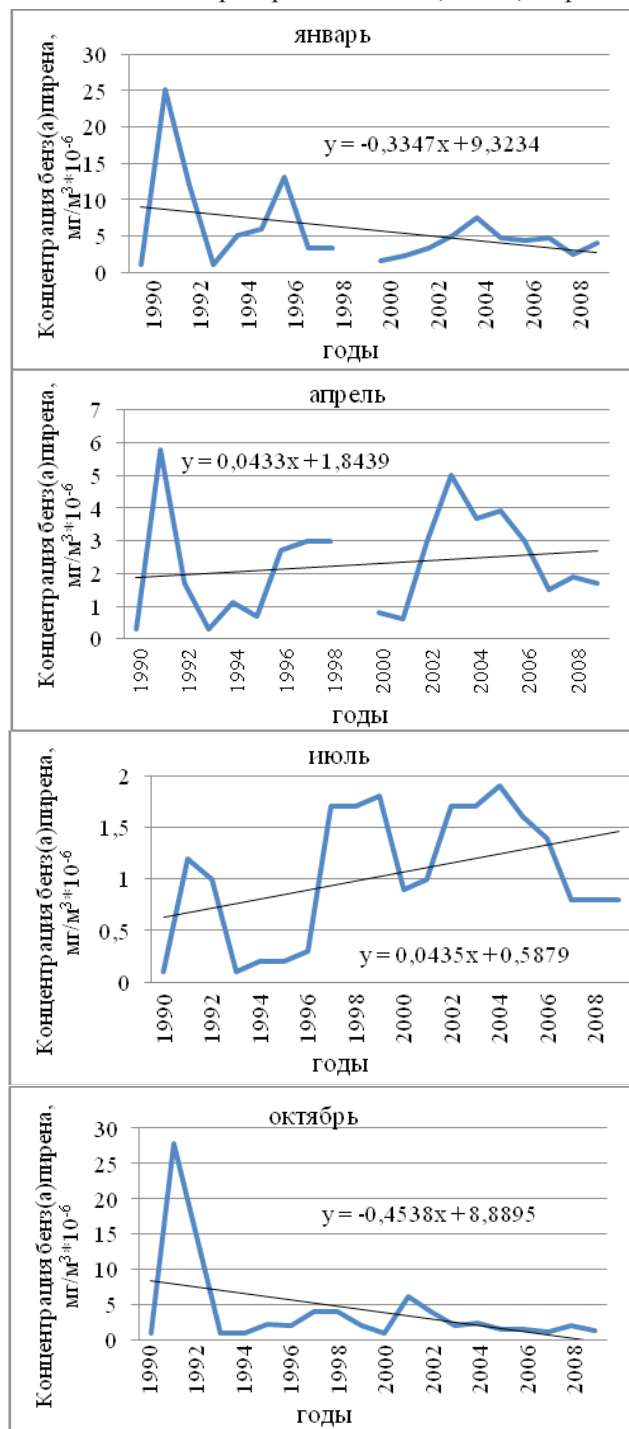


Рис. 4. Динамика концентрации БП в воздухе г. Бийска по сезонам года (1990–2009)

Таблица 1

Среднеквадратическое отклонение концентраций БП, формальдегида и диоксида азота

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
σ БП	5,78	5,23	2,48	1,62	1,33	1,26	0,64	1,06	2,1	6,38	3,33	2,94
σ формальдегида	0,013	0,005	0,005	0,017	0,012	0,010	0,012	0,008	0,007	0,007	0,005	0,006
σ диоксида азота	0,018	0,019	0,026	0,019	0,020	0,013	0,013	0,016	0,014	0,016	0,009	0,016

Таблица 2

Коэффициенты наклона линейного тренда изменения концентрации БП ($мг/м^3 \cdot 10^{-6} \cdot год$)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кх	-0,316	-0,264	-0,013	0,050	0,066	0,046	0,033	0,005	-0,055	-0,427	-0,112	0,019	-0,082

кожи. Длительное воздействие формальдегида может вызвать сильную боль, рвоту, кому и привести к летальному исходу [7].

Среднегодовая многолетняя концентрация формальдегида составляет $0.015 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$, что выше ПДК. ПДК_{сс} формальдегида 0.003 мг/м^3 [5].

Анализ концентрации формальдегида за период 1994–2009 гг. показывает, что среднегодовые уровни загрязнения превышали предельно допустимую концентрацию в среднем в 3–5 раз (рис. 5). Наибольшее превышение среднегодовой нормы было зарегистрировано в 2003 г. и составило 0.036 мг/м^3 . Причина такого роста не установлена. Возможно, это нарушение работы очистных сооружений на предприятиях.

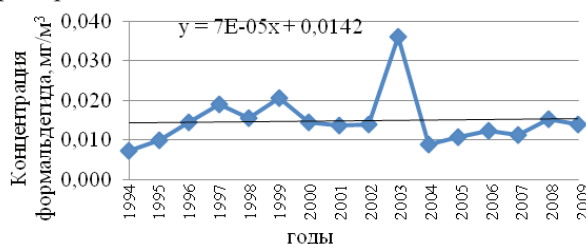


Рис. 5. Динамика среднегодовых концентраций формальдегида в воздухе г. Бийска (1994–2009)

Динамика среднемесячных многолетних концентраций показывает, что большие значения концентраций формальдегида характерны для теплого периода года (с апреля по сентябрь). При этом наибольшее превышение ПДК наблюдается в июле и августе. Четко выраженный летний максимум можно объяснить высокими летними температурами и значительной интенсивностью солнечной радиации. В летнее время происходит активизация фотохимических процессов, приводящих к образованию формальдегида в атмосфере. Зимние превышения наблюдаются редко и связаны с промышленными выбросами этого вещества [8].

Динамика среднемесячных многолетних концентраций формальдегида показана на рис. 6.

Содержание формальдегида в атмосферном воздухе города с 1994 г. повышается, что связано с увеличением объемов производства продукции мебельной, фармацевтической, лесной промышленности (рис. 7).

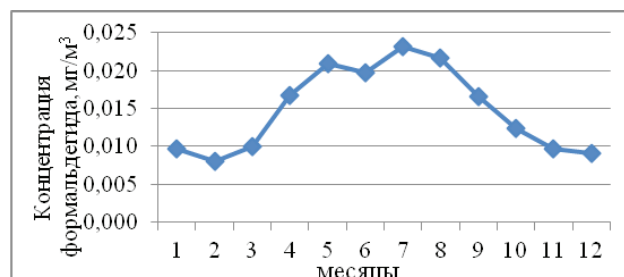


Рис. 6. Многолетние среднемесячные концентрации формальдегида в воздухе г. Бийска

Анализ значений концентрации формальдегида в Бийске показал, что содержание ингредиента изменяется незначительно в сторону увеличения. В табл. 3 приведены коэффициенты тренда концентрации формальдегида.

По данным Государственного комитета СССР по гидрометеорологии [5], третьим важным загрязнителем атмосферы г. Бийска выступает диоксид азота, который является токсичным газом и относится ко второму классу опасности. Автомобильный транспорт обеспечивает до 80 % выброса газа в атмосферу. Главные поставщики диоксида азота в воздух – это отопительные котельные, предприятия мебельной промышленности [1; 2; 9].

Оксиды азота, улетучивающиеся в атмосферу, представляют серьезную опасность для экологической ситуации, так как способны вызывать кислотные дожди, а также являются токсичными веществами, вызывающими раздражение слизистых оболочек. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие и изменяет состав крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина; снижает сопротивляемость организма человека к заболеваниям, вызывает кислородное голодание тканей, особенно у детей; усиливает действие канцерогенных веществ, способствуя возникновению злокачественных новообразований [10].

Среднегодовая многолетняя концентрация диоксида азота составляет $0.05 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$, что выше ПДК. ПДК_{сс} диоксида азота $0,04 \text{ мг/м}^3$ [5].

Анализ концентрации диоксида азота за период 1985–2010 гг. показал, что среднегодовые уровни загрязнения воздуха почти всегда незначительно превышали ПДК, исключением являются 1985,

Таблица 3

Коэффициенты наклона линейного тренда изменения концентрации формальдегида (мг/м³*год)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кх	0,0003	-5E-05	-6E-05	0,0003	-0,0008	-0,0002	0,0008	0,0002	-0,0003	0,0002	0,0004	0,0002	7E-05

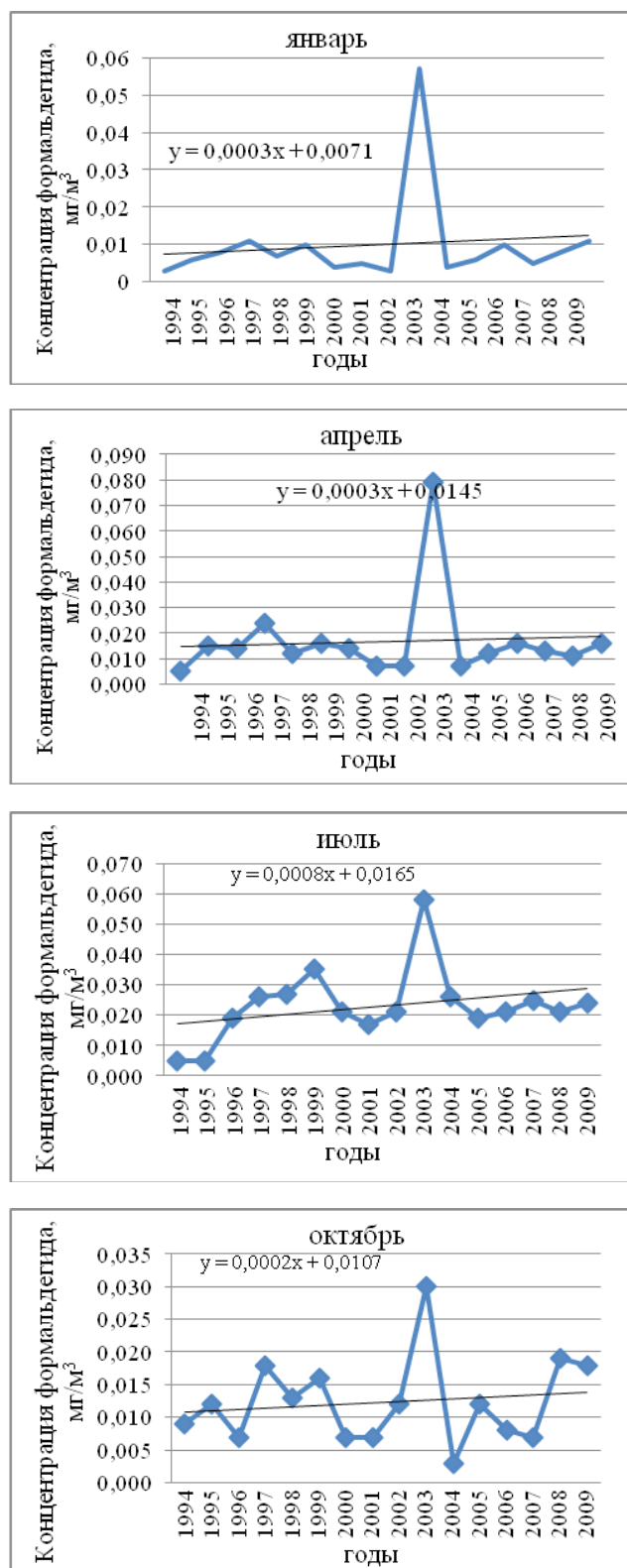


Рис. 7. Динамика концентрации формальдегида в воздухе г. Бийска по сезонам года (1994–2009)

1988, 1990–1991 и 2003–2007 гг. (рис. 8). Наибольшее превышение среднегодовой нормы было зарегистрировано в 2000 г. и составило 0.07 мг/м³ [2]. Увеличение концентрации диоксида азота в воздухе города в 2000 г. связано с интенсивным движением транспорта по Чуйскому тракту, выбросами котельных как частного сектора, так и завода «Электropечь», фабрики мягкой мебели. В общем, за период 1985–2010 гг. концентрация диоксида азота увеличилась незначительно.

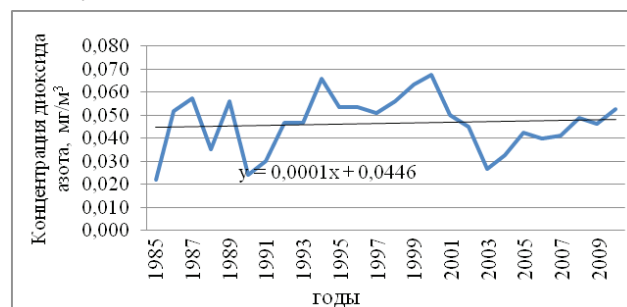


Рис. 8. Динамика среднегодовых концентраций диоксида азота в воздухе г. Бийска (1985–2010)

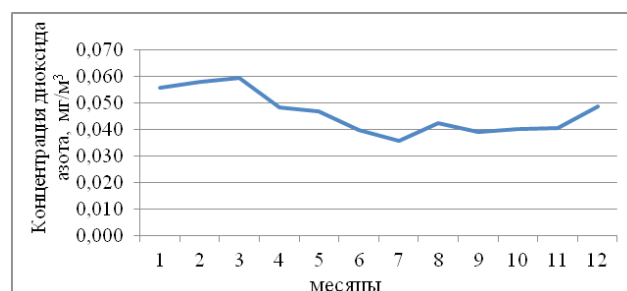


Рис. 9. Динамика среднемесячных многолетних концентраций диоксида азота в воздухе г. Бийска (1985–2010)

Динамика среднемесячных многолетних концентраций выявила, что наибольшие значения концентраций диоксида азота характерны для холодного периода года (с декабря по март) (рис. 9). Амплитуда изменений средних месячных концентраций ингредиента небольшая.

Концентрация диоксида азота в воздухе города изменяется незначительно, но наблюдается его стабильное содержание, которое вносит большой вклад в высокий уровень загрязнения воздуха г. Бийска (рис. 10).

Бийск является одним из самых загрязненных городов России. Имеются специфические и опасные для здоровья человека ингредиенты, которые содержатся в его воздухе. Нами была проведена оценка степени наполнения воздуха БП, формальдегидом и диоксидом азота; рассмотрены среднего-

Таблица 4

Коэффициенты наклона линейного тренда изменения концентрации диоксида азота (мг/м³)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Kx	-0,0006	-0,0004	-0,0005	0,0005	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006	0,0004	0,0007	0,0003	-0,0004	0,0001

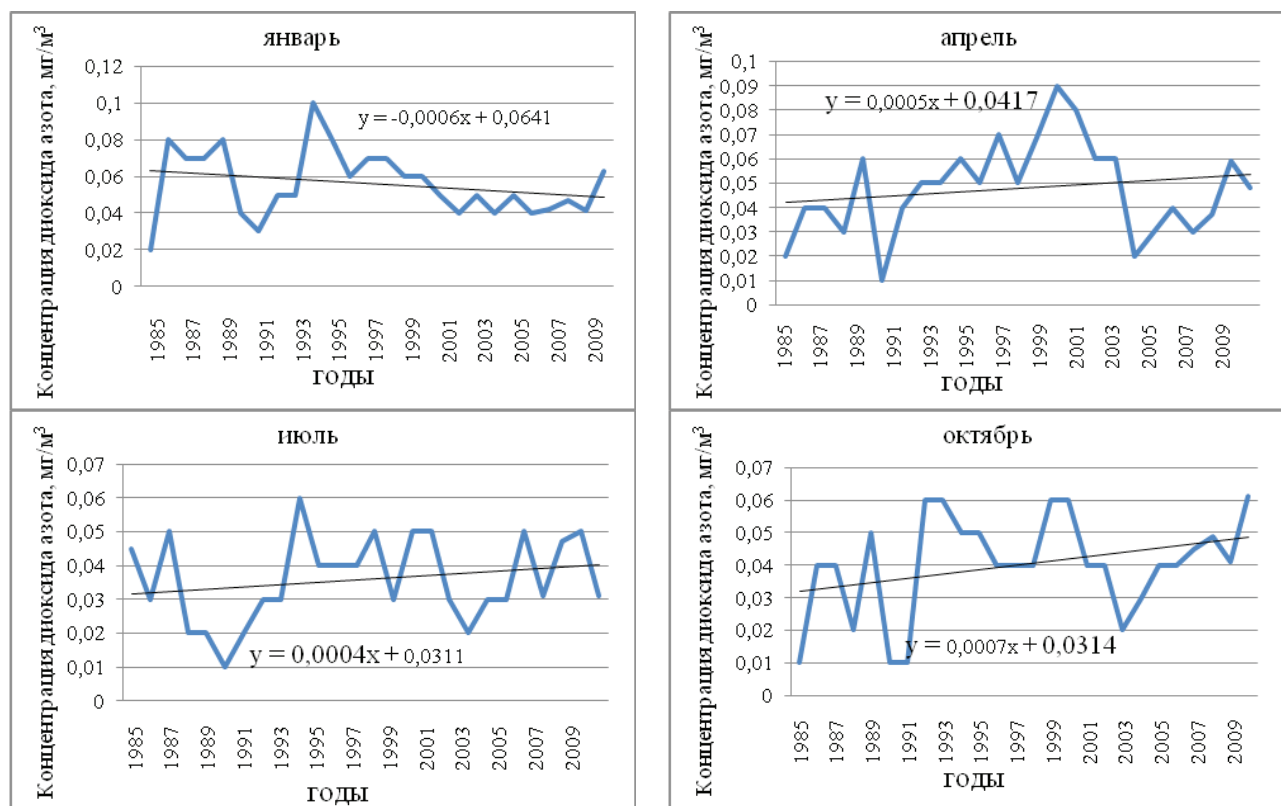


Рис. 10. Динамика концентрации диоксида азота в воздухе г. Бийска по сезонам года (1985–2010)

довые и среднемесячные многолетние концентрации данных ингредиентов в воздухе г. Бийска. Их концентрация в среднем всегда превышает предельно допустимую норму, что требует принятия мер по уменьшению содержания вредных веществ

в атмосферном воздухе города. Некоторые шаги по устранению загрязнения воздуха уже сделаны (установка современных очистных сооружений, замена оборудования, например котлов на отопительных сооружениях).

Список литературы

1. Промышленные предприятия г. Бийска. URL: <http://www.bysk.secna.ru/nauka>
2. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах, расположенных на территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1986–2010 гг. Новосибирск: Новосиб. центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1991–2010.
3. Охрана атмосферного воздуха. URL: <http://www.air-protection.ru>
4. Загрязняющие вещества. URL: <http://www.chelpogoda.ru/pages/606.php>
5. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Гос. комитет СССР по гидрометеорологии. Мин. здравоохранения СССР, 1991. 693 с.
6. Влияние формальдегида на человека. URL: <http://www.dishisvobodno.ru/formaldehyde.html>
7. Формальдегид. URL: <http://vollara.su/formaldegid>
8. Формальдегид. URL: <http://sir35.ru/formaldegid-osnovnie-svedeniya-godovoie-xod-koncentracii.html>
9. Диоксид азота в воздушном бассейне России по спутниковым данным / сост. А. Тронин, С. Крицук, И. Латыпов; Санкт-Петербургский науч.-исследоват. центр экологической безопасности РАН. СПб. URL: http://d33.infospace.ru/d33_conf/2009,2/217-223.pdf
10. Диоксид азота. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/901060>

Дутт Е. В., аспирант.

Томский государственный педагогический университет.

Ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061.

E-mail: elisavetaD@mail2000.ru

Материал поступил в редакцию 21.05.2012.

E. V. Dutt

ASSESSMENT OF POLLUTION IN URBAN, (DATA: THE CITY OF BIYSK, ALTAI TERRITORY) BENZO (A) PYRENE, FORMALDEHYDE AND NITROGEN DIOXIDE

The article deals with the question of air pollution of benzo (a) pyrene, formaldehyde and nitrogen dioxide. These substances are the main determining high levels of air pollution. There were analyzed the long-term annual and monthly mean concentrations of the ingredients, dynamics of concentration seasons of the year. The coefficients of the slope of the linear trend of changes in the concentration of ingredients.

Key words: *monitoring, pollution, air; benzo (a) pyrene, formaldehyde, nitrogen dioxide, coefficient the slope.*

Tomsk State Pedagogical University.

Ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russia, 634061.

E-mail: elisavetaD@mail2000.ru