



УДК 504.3.054 (470.325)

**О ВЛИЯНИИ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ  
И СЕЛИТЕБНЫХ РАЙОНАХ РЕГИОНА КМА**

**ABOUT INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT ON AIR POLLUTION  
IN THE MINING AND RESIDENTIAL AREAS IN THE REGION KMA**

**Л.Ю. Гордеев, А.Г. Корнилов, А.О. Полетаев  
L.J. Gordeev, A.G. Kornilov, A.O. Poletaev**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы, 85*

*Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia*

*E-mail: kornilov@bsu.edu.ru*

*Ключевые слова:* загрязнение атмосферного воздуха, экологическая ситуация в регионе КМА, автотранспортное загрязнение.

*Key words:* air pollution, atmo-ecological situation in the region KMA, motor pollution.

*Аннотация.* Представлены результаты исследований по изучению вклада автомобильного транспорта в загрязнение приземного слоя атмосферы городских территорий в районах с развитой горнорудной промышленностью и селитебных территориях, удаленных от районов разработки месторождений КМА.

Выявлены закономерности изменения концентраций ряда наблюдаемых поллютантов (оксида углерода, формальдегида, оксида азота (II), диоксида азота, пыли неорганической и соединений свинца), на участках основных внутригородских автомагистралей, на территориях трех крупнейших городских округов Белгородской области. Проведен сравнительный анализ результатов наблюдений, полученных в рамках текущего исследования и данных наблюдений за ряд лет.

По результатам исследования выявлено, что ситуация с загрязнением приземного слоя атмосферы оксидом углерода, пылью неорганической, соединениями свинца и диоксидом азота на всех изучаемых территориях относительно благополучна. Усредненные уровни концентрации диоксида азота составляли 0.05–0.4 ПДК<sub>мр</sub>, оксида углерода – 0.25–0.8 ПДК<sub>мр</sub>, пыли неорганической 0.15–0.3 – ПДК<sub>мр</sub>, соединений свинца – 0.1–0.3 ПДК<sub>мр</sub>. Повышенные концентрации формальдегида отмечены на территориях г. Губкин (1.3–2.5 ПДК<sub>мр</sub>) и г. Старый Оскол (1.2 ПДК<sub>мр</sub>), оксида азота (II) в г. Губкин (1.4–1.6 ПДК<sub>мр</sub>).

Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы диоксидом азота, соединениями свинца и пылью неорганической в горнопромышленных районах Белгородской области в среднем на 5–10% выше, чем в селитебно-промышленном. Значительное превышение уровней концентраций формальдегида и оксида азота (II) в г. Губкин и г. Старом Оскол по сравнению с г. Белгород, обусловлено воздействием выхлопов тяжелого автотранспорта на улицах и в промышленных зонах этих городов.

*Resume.* Automobile transport and industry for several decades are the main sources of air pollution in urban areas. In the Belgorod region motor vehicle emissions are a priority source of contamination and they account for about 58–60% of the total emissions released into the atmosphere in the region.

To study the effect of vehicles on the formation of pollution of the surface layer of the atmosphere in the territories of mining and residential areas of the Belgorod region there was conducted monitoring of the levels of concentrations of pollutants. Investigations were carried out at three locations on busy streets – Bohdan Khmelnytsky Avenue in Belgorod, Gubkin Avenue in Stary Oskol and Belgorodskaya street in Gubkin.

Measuring the concentrations of pollutants were carried out, by a gas analyzer "GANK 4", near the zone of active emissions in roadway streets. The observations were made by 6 pollutants: carbon monoxide, formaldehyde, nitrogen oxide (II), nitrogen dioxide, dust norganic and lead compounds.

The situation with the contamination of the surface layer of the atmosphere with carbon monoxide, dust inorganic, lead and nitrogen dioxide in all areas studied was relatively favorable. Elevated concentrations of formaldehyde were marked in the territory the cities of Gubkin (1.3–2.5 maximum permissible concentration of maximum single (MPC<sub>ms</sub>)) and Stary Oskol (1.2 MPC<sub>ms</sub>) as well nitric oxide (II) in Gubkin (1.4–1.6 MPC<sub>ms</sub>) due to significant traffic of heavy diesel vehicles.

The most unfavorable ecological situation due to the influence of motor transport, as a whole, was observed in Gubkin, and the most favorable one in Belgorod.

## **Введение**

Автомобильный транспорт и промышленность на протяжении нескольких десятилетий являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий. Такая ситуация характерна для большинства развитых и развивающихся стран мира, среди которых находится и Россия. В нашей стране удельный вес выбросов, отходящих от стационарных источников, в последние годы составляет около 60%, на долю автотранспорта при-



ходится около 40% от общего объема выбросов. В то же время, разнообразие природных условий, различия в экономическом и промышленном развитии регионов РФ, обуславливают высокую степень варьирования долей объемов выбросов, как от стационарных источников, так и от подвижных [Федеральная служба ..., 2012]. Для Белгородской области – развитого горно-промышленного региона КМА характерна ситуация, несколько отличающаяся от общероссийской – выбросы автотранспорта являются здесь приоритетным источником загрязнения и на их долю приходится около 58–60% от общего объема выбросов, поступающих в атмосферу [Доклад, 2013, Доклад, 2014].

Главные центры промышленного производства области – это города Старый Оскол, Белгород и Губкин. Крупнейшие горнодобывающие и горноперерабатывающие предприятия региона КМА сконцентрированы на территориях Старооскольского и Губкинского городских округов. Это ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК», ОАО «Комбинат КМАруда», ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», ЗАО «Оскцемент». В Белгороде нет предприятий горнорудной промышленности, однако активно функционируют предприятия по производству строительных и конструкционных материалов – ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Белгородасбестоцемент», ОАО «Стройматериалы» и др. Все вышеперечисленные промышленные объекты являются наиболее крупными источниками эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу на территории Белгородской области.

В последние десятилетия государственная система экологического мониторинга вследствие преобладающего роста выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в сравнении с промышленными выбросами, в целом перестала соответствовать реально складывающейся структуре загрязнения приземного слоя атмосферы. Подобная ситуация характерна и для трех крупнейших городских округов Белгородской области, где количество стационарных постов государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды (в ведении Росгидромета), по сравнению с советским периодом уменьшилось на треть, а многие из действующих работают по сокращенным программам наблюдения, не отражающим полную картину сложившейся атмоэкологической ситуации. Поэтому, представляется важным осуществление исследований, позволяющих дополнить или восполнить отсутствующие данные официальной статистики, для целей изучения современной экологической ситуации.

Цель исследования – сравнительный анализ автотранспортного загрязнения приземного слоя атмосферы, как приоритетного, для городов разного типа, с большим или меньшим влиянием промышленного, в том числе и горнопромышленного производства. Задача исследования – наблюдение за уровнями концентраций контаминантов в приземном слое атмосферного воздуха, вблизи крупнейших автотранспортных магистралей.

### Объекты и методы исследования

Для изучения влияния автотранспорта на формирование уровней загрязнения приземного слоя атмосферы на территориях горнопромышленных и селитебных районов Белгородской области был проведен ряд натурных измерений. Исследования проводились в июле 2013 года на трех участках улиц с интенсивным движением автомобильного транспорта – проспекте Богдана Хмельницкого в г. Белгород, проспекте Губкина в г. Старый Оскол и улице Белгородской в г. Губкине. Наблюдения осуществлялись последовательно на всех пунктах наблюдений, вне часов пиковой загрузки автомагистралей.

Выбор данных участков исследования обусловлен следующими факторами:

1) Проспект Богдана Хмельницкого (рис. 1) является основной и наиболее протяженной и загруженной транспортной магистралью областного центра, связывающей северную и южную части города. Фактически проспект является дублирующей частью федеральной автомобильной трассы М2 с запретом на движение транзитного грузового транспорта. Проспект на значительном протяжении разделяет западную промышленную зону и жилые массивы. Ширина створа улицы составляет от 40 до 200 м. На большей части участка проспекта, где осуществлялись исследования, имеется дублирующая проезжая часть, удаленная от основной на 25–35 м и отделенная от нее прерывистой полосой зеленых насаждений разного возраста. Количество полос для движения на основной проезжей части 6–7 (еще 2 полосы на дублирующей). Интенсивность движения автотранспорта на данном участке в «часы пик» от 1300 до 3600 автомобилей в одном направлении [Корнилов, Гордеев, 2013]. Практически на всем протяжении проспекта значительно число зеленых насаждений, в том числе древесных молодого и среднего возраста, молодых кустарников. Преобладает среднеэтажная (3–5 этажей) застройка, имеются отдельные участки малоэтажной (1–2 этажа) и многоэтажной (6–14 этажей) застройки.

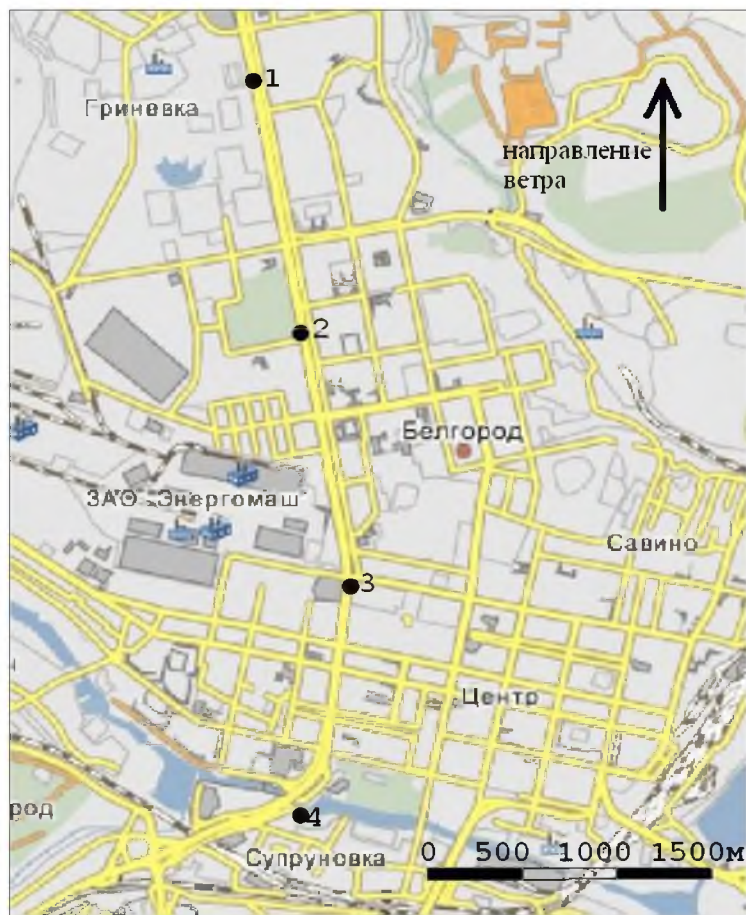


Рис. 1. Расположение пунктов наблюдения на участке проспекта Б. Хмельницкого в городе Белгород  
 Fig. 1. Location of observation points on a section of Bohdan Khmelnytsky Avenue in Belgorod

2) Проспект Губкина (рис. 2) – одна из важнейших магистралей г. Старого Оскола, связывающая юго-западную промышленную зону города с одной из крупных транспортных развязок в микрорайоне «Горняк». Ширина створа проспекта варьируется в пределах от 12 до 90 м. На значительной части проспекта имеется дублирующая проезжая часть, удаленная от основной на 10-15 метров, отделенная от нее прерывистой полосой древесных насаждений разного возраста, представляющая собой подъездные пути к жилым зданиям спальных микрорайонов. Количество полос для движения автотранспорта на основной проезжей части 2–4 и 2 полосы на дублирующей. Интенсивность движения автотранспорта на данном участке в «часы пик» от 800 до 1900 автомобилей в одном направлении. Преобладает среднеэтажная (3–5 этажей) застройка, с отдельными участками и многоэтажной (9–10 этажей) застройки, на некоторых участках застройка малоэтажная или отсутствует.



Рис. 2. Расположение пунктов наблюдения на участке проспекта Губкина в городе Старый Оскол  
 Fig. 2. Location of observation points on a section of Gubkin Avenue in Stary Oskol

3) Улица Белгородская (рис. 3) является самой протяженной и загруженной автотранспортом магистралью г. Губкина, находится в составе участка автодороги регионального значе-

ния Белгород – Горшечное и протягивается от промплощадки ОАО «Лебединский ГОК» до западной границы города. Ширина створа улицы изменяется от 40 до 105 м. Количество полос для движения – 4. Интенсивность движения автотранспорта на данном участке в «часы пик» от 900 до 2200 автомобилей в одном направлении. В суммарном трафике значительна доля транзитного автотранспорта. Зеленых насаждений вблизи проезжей части очень мало, однако значительное их количество имеется на удалении более 20 м от зоны активных выбросов. Преобладает малоэтажная (1–2 этажа) застройка, с отдельными зданиями в 3–4 этажа.

Вдоль оси каждого из исследуемых участков улиц были заложены профили наблюдения, каждый из которых включал по 4 пункта (на расстоянии приблизительно 1.5 км между ними). В г. Губкине и г. Старом Осколе пункты наблюдений располагались на удалении в 0–5 км от территорий горнопромышленных предприятий КМА – Лебединского и Стойленского ГОКов соответственно.

Во время измерений направление ветра (южный, 2–5 м/с) не способствовало переносу загрязняющих веществ с крупных промышленных объектов, что позволило анализировать вклад в экологическое состояние изучаемой территории преимущественно от автотранспорта.

Измерения осуществлялись с помощью газоанализатора автоматического микропроцессорного «ГАНК 4», на удалении в 1 метр от зоны активных выбросов на проезжих частях улиц. Метеорологические условия в дни измерений, в целом препятствовали интенсивному рассеиванию загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха. Так, не наблюдалось выпадение интенсивных атмосферных осадков в дни проведения измерений и предшествующие им, отмечались приземные инверсии, скорость ветра не превышала 5 м/с. Наблюдения велись по 6 загрязняющим веществам, в пятикратной повторности для каждого пункта наблюдений.



Рис. 3. Расположение пунктов наблюдения на участке улицы Белгородской в городе Губкин  
 Fig. 3. Location of observation points on a section of Belgorodskaya street in Gubkin

### Результаты и их обсуждение

Усредненные результаты проведенных измерений представлены графически (рис. 4–9).

Ситуация с загрязнением приземного слоя атмосферы оксидом углерода, пылью неорганической, соединениями свинца и диоксидом азота на всех исследованных территориях относительно благополучна. Так, наблюдаемые усредненные уровни концентрации диоксида азота составляли 0.05–0.4 ПДК<sub>мр</sub>, оксида углерода – 0.25–0.8 ПДК<sub>мр</sub>, пыли неорганической 0.15–0.3 – ПДК<sub>мр</sub>, соединений свинца – 0.1–0.3 ПДК<sub>мр</sub>. Повышенные концентрации формальдегида отмечены на территории г. Губкина (1.3–2.5 ПДК<sub>мр</sub>) и г. Старого Оскола (1.2 ПДК<sub>мр</sub>), оксида азота (II) в г. Губкине (1.4–1.6 ПДК<sub>мр</sub>).

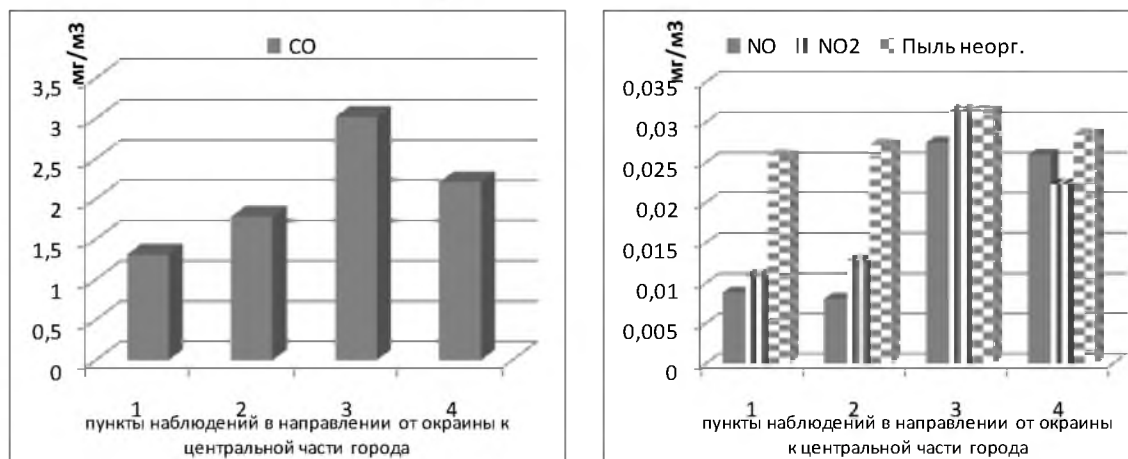


Рис. 4. Изменение концентраций оксида углерода, оксида азота (II), диоксида азота и пыли неорганической в приземном слое атмосферы на проспекте Б. Хмельницкого в городе Белгород (см. рис. 1)

Fig. 4. Changes of the concentrations of carbon monoxide, nitrogen oxide (II), nitrogen dioxide and inorganic dust in the atmospheric surface layer on Bohdan Khmelnytsky Avenue in Belgorod (look fig. 1)

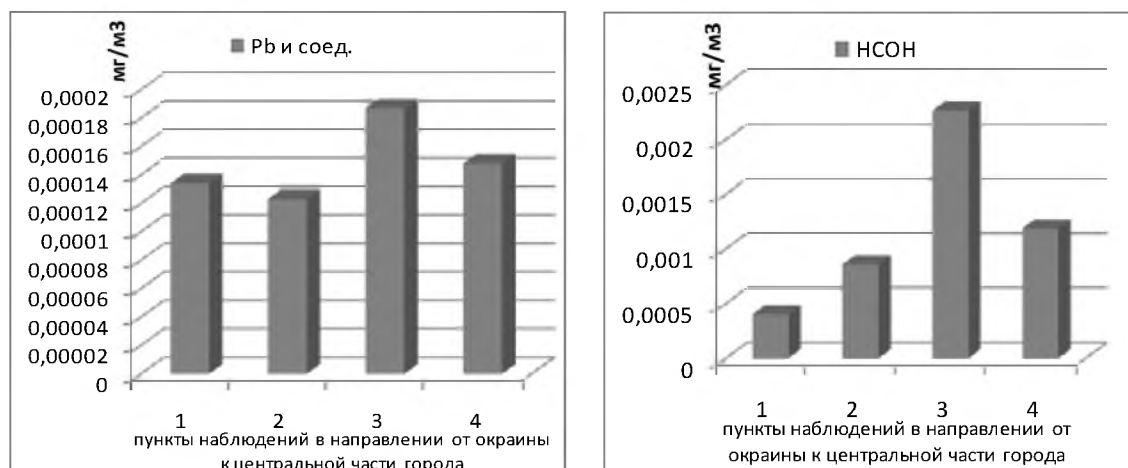


Рис. 5. Изменение концентраций свинца и формальдегида в приземном слое атмосферы на проспекте Б. Хмельницкого в городе Белгород (см. рис. 1)

Fig. 5. Changes of the concentrations of lead and formaldehyde in the atmospheric surface layer on Bohdan Khmelnytsky Avenue in Belgorod (look fig.1)

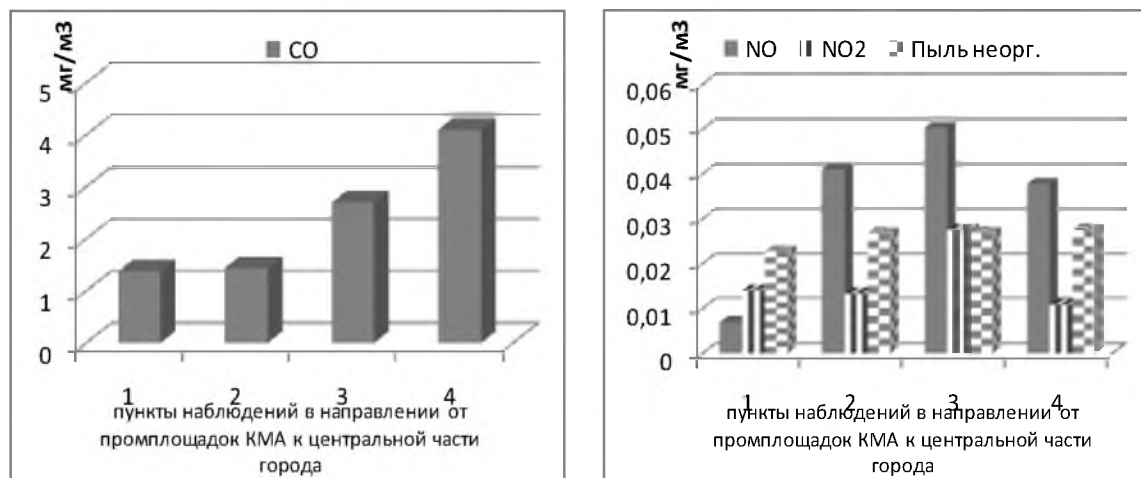


Рис. 6. Изменение концентраций углерода оксида, оксида азота (II), диоксида азота и пыли неорганической в приземном слое атмосферы на проспекте Губкина в городе Старый Оскол (см. рис. 2)

Fig. 6. Changes of the concentrations of carbon monoxide, nitrogen oxide (II), nitrogen dioxide and inorganic dust in the atmospheric surface layer on Gubkin Avenue in Stary Oskol (look fig. 2)

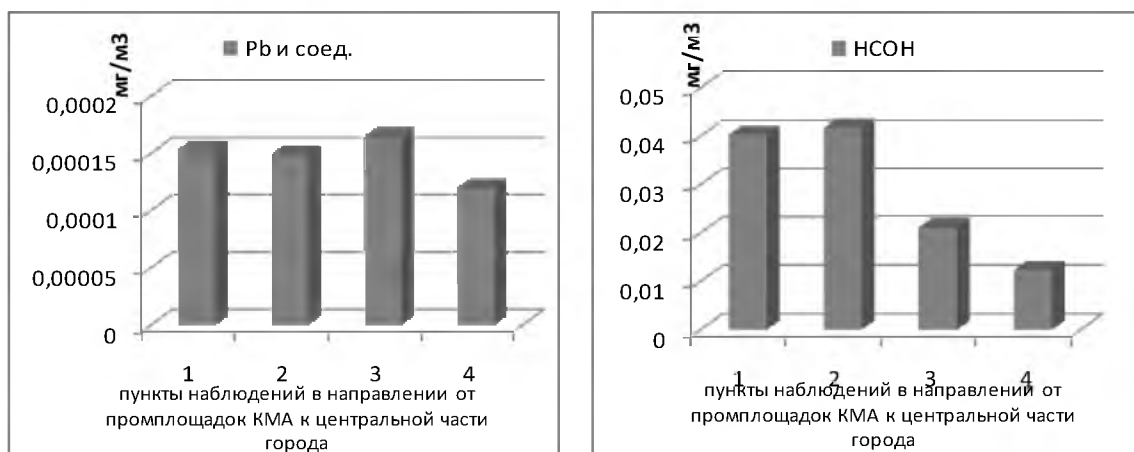


Рис. 7. Изменение концентраций свинца и формальдегида в приземном слое атмосферы на проспекте в городе Старый Оскол (см. рис. 2)

Fig. 7. Changes of the concentrations of lead and formaldehyde in the atmospheric surface layer on Gubkin Avenue in Stary Oskol (look fig. 2)

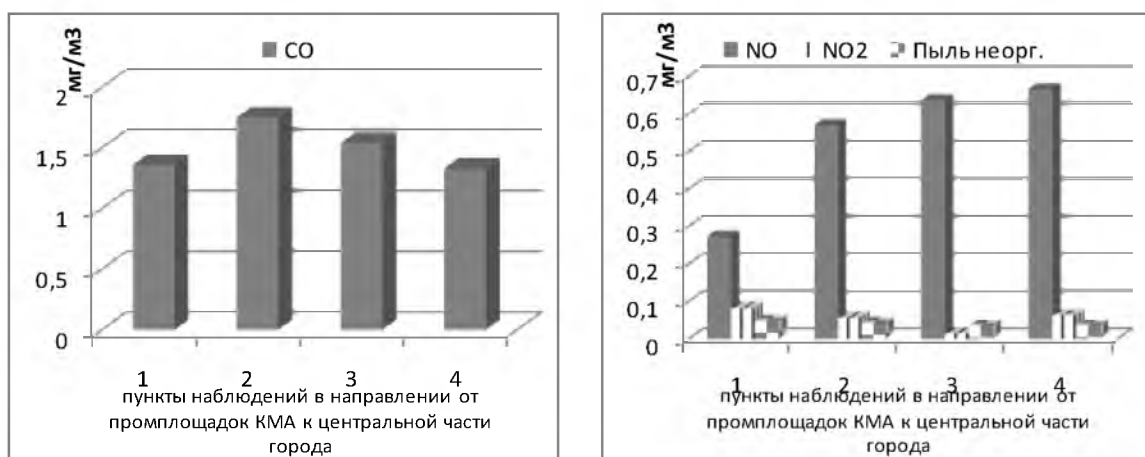


Рис. 8. Изменение концентраций углерода оксида, оксида азота (II), диоксида азота и пыли неорганической в приземном слое атмосферы на улице Белгородской в городе Губкин (см. рис. 3)

Fig. 8. Changes of the concentrations of carbon monoxide, nitrogen oxide (II), nitrogen dioxide and inorganic dust in the atmospheric surface layer on Belgorodskaya street in Gubkin (look fig. 3)

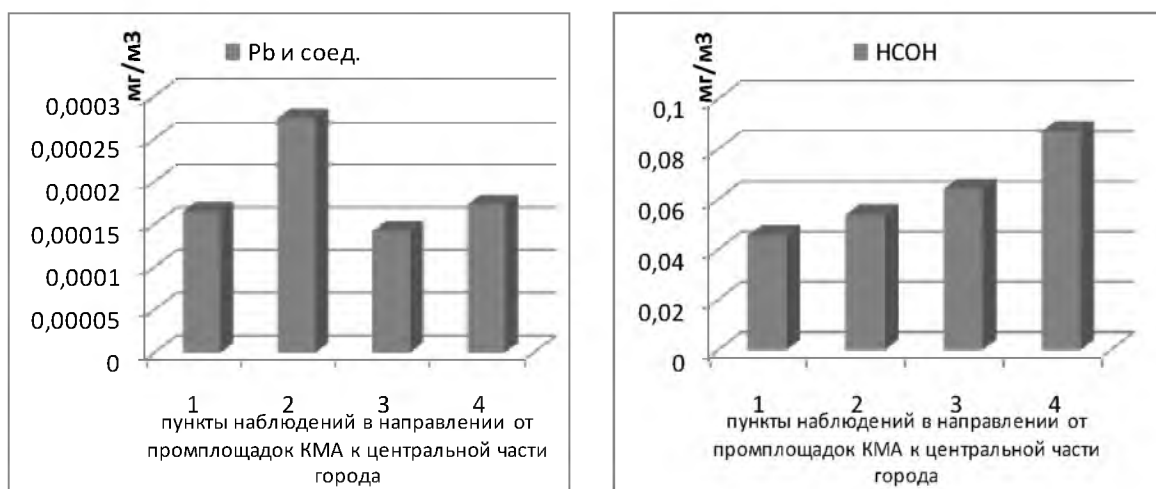


Рис. 9. Изменение концентраций соединений свинца и формальдегида в приземном слое атмосферы на улице Белгородской в городе Губкин (см. рис. 3)

Fig. 9. Changes of the concentrations of lead and formaldehyde in the atmospheric surface layer on Belgorodskaya street in Gubkin (look fig. 3)



Для большинства наблюдаемых поллютантов в г. Губкине и г. Старом Осколе прослеживается общая зависимость роста концентраций по мере удаления от промплощадок горно-рудных предприятий при движении к центральным частям городов. Такая ситуация обусловлена возрастанием интенсивности движения автотранспорта на городских улицах по мере удаления от промзон, за счет увеличения трафика личного, общественного и транзитного транспорта, а также преобладающим направлением ветра во время проведения наблюдений. В то же время, отмечена противоположная зависимость изменения концентраций формальдегида и соединений свинца в г. Старый Оскол, которая заключается в снижении содержания данных контаминантов в приземном слое атмосферы по мере удаления от промышленной зоны. Подобная ситуация связана с движением и работой тяжелого грузового и технологического автотранспорта, использующего низкокэкологичные виды топлива, на промплощадках в окрестностях и 1 и 2 пунктов наблюдений (см. рис. 2). Небольшое варьирование концентраций ряда поллютантов в соотношении между соседними пунктами наблюдений в г. Губкин (углерода оксид, азота диоксид, соединения свинца, пыль неорганическая) и г. Старый Оскол (азота оксид, азота диоксид) обусловлено изменениями интенсивности и структуры автотранспортных потоков во время измерений и скорости ветра.

В г. Белгороде наблюдается рост концентраций загрязняющих веществ при движении с периферии к центральной части города. Это обусловлено увеличением плотности автотранспортного трафика на улично-дорожной сети в центре города, особенностями мезорельефа (расположение участка наблюдений на склоне речной долины), планировки городских кварталов (плотная средне- и многоэтажная застройка, при узких створах улиц) и особенностями метеоусловий в момент наблюдений (отсутствия приземных инверсий).

Выборка результатов наблюдения в ходе представленных исследований имеет ограниченный характер, поэтому мы провели сопоставление полученных результатов, с данными измерений на исследуемых территориях в предыдущие годы, имеющими более значимую повторяемость (табл.).

Таблица  
Table

**Усредненные значения концентраций определяемых поллютантов в приземном слое атмосферного воздуха на территориях, прилегающих к проезжим частям основных автомагистралей г. Белгород (мг/м<sup>3</sup>) (фрагмент базы данных)**  
**Average concentration of pollutants identified in the surface layer of atmospheric air in the areas adjacent to major motorways of Belgorod (mg/m<sup>3</sup>) (fragment database)**

Магистрالی	CO	HCOH	NO	NO <sub>2</sub>	Пыль неорг.	Pb
просп. Славы	5.35*	0.00452	0.1230	0.2130*	0.0308	0.000406
ул. Студенческая	4.58	0.00268	0.0367	0.1740	0.0247	0.000327
ул. Корочанская	4.61	0.03830*	0.6880*	0.4290*	0.0615	0.000847
просп. Б. Хмельницкого	2.03	0.00857	0.1560	0.0449	0.0385	0.000489
Михайловское шоссе	5.29*	0.06540*	0.9440*	0.6890*	0.1060	0.001560*

Примечание: \* – выделены значения, превышающие предельно допустимые максимально разовые концентрации для данных загрязняющих веществ.

Note: \* – the highlighted values in excess of the maximum allowable maximum single concentrations for these pollutants.

Сравнение текущих и предыдущих результатов наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха, осуществленных нами в 2010-2013 гг. на территории городского округа Белгород, показывает, что данные текущих измерений в целом соответствуют среднестатистическим данным исследований [Корнилов, Гордеев, 2011; Корнилов, Гордеев, 2012].

### Выводы

Таким образом, более высокие уровни концентраций формальдегида и оксида азота (II) в г. Губкине и г. Старом Осколе по сравнению с г. Белгородом, обусловлены, вероятно, наличием значительного потока тяжелого автотранспорта на улицах городов – как местных предприятий, так и транзитного. В г. Белгороде же, в связи с ограничениями на движение грузового транспорта по городским улицам, ситуация с выбросами загрязняющих веществ автотранспортом значительно более благоприятная. Наблюдение же за остальными четырьмя загрязняющими ингредиентами показало, что уровни загрязнения ими приземного слоя атмосферы в



горнопромышленных районах в среднем на 5–10% выше, чем в селитебном, за исключением оксида углерода. Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация в целом отмечается в г. Губкине, а наиболее благоприятная в г. Белгороде.

### Благодарности

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2015 г. (Код проекта: 185).

### Список литературы References

1. Корнилов А.Г., Гордеев Л.Ю., Коваль В.Н. 2011. Автотранспортное загрязнение воздуха в городе Белгороде. Проблемы региональной экологии, (2): 49–53.  
Kornilov A.G., Gordeev L.Yu., Koval' V.N. 2011. Motor air pollution in the city of Belgorod. Problemy regional'noy ekologii [Regional Environmental Issues], (2): 49–53. (in Russian)
2. Корнилов А.Г., Гордеев Л.Ю. 2013. Городская планировка, как фактор загрязнения атмосферы. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, (3): 174–179.  
Kornilov A.G., Gordeev L.Yu. 2013. Urban design as a factor of air pollution. Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova [Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov], (3): 174–179. (in Russian)
3. Корнилов А.Г., Гордеев Л.Ю. 2012. Мониторинг автотранспортного загрязнения воздушного бассейна города Белгорода в переходные периоды года. Экологические системы и приборы, (1): 46–51.  
Kornilov A.G., Gordeev L.Yu. 2012. Monitoring of motor air pollution in the city of Belgorod transitional periods of the year. Ekologicheskie sistemy i pribory [Ecological Systems and Devices], (1): 46–51. (in Russian)
4. Правительство Белгородской области, департамент природопользования и охраны окружающей среды. 2013. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Белгородской области в 2012 году». Белгород, 149.  
Pravitel'stvo Belgorodskoy oblasti, departament prirodopol'zovaniya i okhrany okruzhayushchey sredy. 2013. Gosudarstvennyy doklad "Ob ekologicheskoy situatsii v Belgorodskoy oblasti v 2012 godu" [State report «On the environmental situation in the Belgorod region in 2012»]. Belgorod, 149. (in Russian)
5. Правительство Белгородской области, департамент природопользования и охраны окружающей среды. 2014. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Белгородской области в 2013 году». Белгород, 116.  
Pravitel'stvo Belgorodskoy oblasti, departament prirodopol'zovaniya i okhrany okruzhayushchey sredy. 2014. Gosudarstvennyy doklad "Ob ekologicheskoy situatsii v Belgorodskoy oblasti v 2013 godu" [State report «On the environmental situation in the Belgorod region in 2013»]. Belgorod, 116. (in Russian)
6. Федеральная служба государственной статистики. 2012. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных и передвижных источников в 2012 г. Электронный документ. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 16 января 2015)  
Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. 2012. Vybrosty zagrjaznjajushhih atmosferu veshhestv, othodjashhih ot stacionarnyh i peredviznyh istochnikov v 2012 g. [Emissions of air pollutants from stationary and mobile sources in 2012]. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed 18 January 2013) (in Russian)