УДК: 504.75

DOI: [10.46698/VNC.2021.53.63.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.53.63.011)

Оригинальная статья

Оценка влияния автомобильного движения транспорта на загрязнение урбанизированных территорий

В.Б. Заалишвили^{id}, А.С. Кануков^{id}, К.В. Корбесова^{id}

Геофизический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук, Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: vzaal@mail.ru

Статья поступила: 21.10.2021, после рецензирования: 18.11.2021, принята к публикации: 23.11.2021

Резюме: Актуальность работы. Экономическое развитие всех регионов основано на доступе людей к товарам и услугам, которые обеспечиваются современной транспортной инфраструктурой. Автомобильный транспорт является основным способом транспортировки грузов и населения. В то же время положительные аспекты использования транспорта тесно связаны с такими негативными аспектами, как загрязнение окружающей среды и отрицательным влиянием на здоровье человека. На территории Республики Северная Осетия – Алания наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит деятельность предприятий цветной металлургии и автотранспорта. Более 30 предприятий находится в промышленном узле г. Владикавказ, и их деятельность в той или иной мере связана с загрязнением атмосферного воздуха. Значительный вклад в загрязнение воздуха вносит автотранспорт, количество которого в г. Владикавказе, по данным Федеральной службы государственной статистики, за последние 20 лет увеличилось более чем в 2 раза. **Цель исследования.** Изучение основных источников загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом, исследование взаимосвязей между уровнем загрязнения среды, интенсивностью движения и экологическим классом автомобильного транспорта. Установление показателя загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом, характеризующего степень воздействия на окружающую среду и здоровье населения. **Методы исследования.** В ходе настоящей работы были собраны и проанализированы все имеющиеся данные по динамике объемов выбросов от стационарных источников и автотранспорта на территории РСО-А за 1997–2015 гг. Указанные данные обрабатывались с помощью корреляционного и регрессионного анализов. **Результаты работы.** Результаты исследований позволили установить, что прослеживается прямая зависимость или тренд между плотностью потока машин и загрязнением воздушной среды. Установлено, что выбросы от автомобильного транспорта на порядок превосходят стационарные источники. Предложен суммарный показатель $Z_{\text{атм}}$ загрязнения атмосферного воздуха, рассчитываемый как сумма отношений концентрации отдельных загрязнителей к соответствующим значениям ПДК за вычетом количества используемых показателей.

Ключевые слова: урбанизированная территория, экология, загрязнение, окружающая среда, здоровье населения, автомобильный транспорт, вредные выбросы, корреляционный и регрессионный анализ, показатель загрязнения.

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90090.

Для цитирования: Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Корбесова К.В. Оценка влияния автомобильного движения транспорта на загрязнение урбанизированных территорий. *Геология и геофизика Юга России*. 2021. 11(4): 135-146. DOI: [10.46698/VNC.2021.53.63.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.53.63.011).

[DOI: 10.46698/VNC.2021.53.63.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.53.63.011)

Original paper

Assessment of the Impact of Road Traffic on the Pollution of Urbanized Territories

V.B. Zaalishvili , A.S. Kanukov , K.V. Korbesova

Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russian Federation, e-mail: vzaal@mail.ru

Received: 21.10.2021, revised: 18.11.2021, accepted: 23.11.2021

Abstract. Relevance. The economic development of any country is based on the access of population to goods and services that are provided by modern transport infrastructure. Currently, road transport is the most common way of transporting goods and people. At the same time, the positive aspects of using transport are closely related to such negative aspects as environmental pollution and negative impact on public health. On the territory of the Republic of North Ossetia-Alania, the largest contribution to environmental pollution is made by the activities of non-ferrous metallurgy enterprises and vehicles. More than 30 enterprises are located in the industrial hub of the city of Vladikavkaz, and their activities to one degree or another are associated with atmospheric air pollution. A significant contribution to air pollution is made by motor vehicles. Their number in Vladikavkaz has more than doubled over the past 20 years, according to the Federal State Statistics Service. **Aim.** Study of the main sources of pollution of an urbanized area by road transport. The research and identification of the relationship between the level of environmental pollution, traffic intensity and the ecological class of road transport and the establishment of an indicator of environmental pollution by road transport, characterizing the degree of impact on the environment and safety of the population. **Methods.** In the course of this study, all the available data on the dynamics of emissions from stationary sources and vehicles on the territory of North Ossetia-A for 1997–2015 were collected and analyzed. These data were processed using correlation and regression analyzes. **Results.** The research results made it possible to establish that there is a direct relationship or trend between the flow density of cars and air pollution. It was found that emissions from road transport exceed stationary sources by an order of magnitude. A total indicator Z_{atm} of atmospheric air pollution is proposed, calculated as the sum of the ratios of the concentration of individual pollutants to the corresponding MPC values minus the number of indicators used.

Keywords: urbanized territory, ecology, pollution, environment, public health, road transport, harmful emissions, correlation and regression analysis, pollution indicator.

Acknowledgments: This research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 20-35-90090.).

For citation: Zaalishvili V.B., Kanukov A.S., Korbesova K.V. Assessment of the Impact of Road Traffic on the Pollution of Urbanized Territories. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2021. 11(4): 135-146. DOI: 10.46698/VNC.2021.53.63.011.

Введение

Транспорт является важнейшей составной частью современной жизни. Экономическое развитие всех регионов основано на доступе людей к товарам и услугам, которые обеспечиваются современной транспортной инфраструктурой. Автомобильный транспорт является основным способом транспортировки грузов и населения. В то же время положительные аспекты использования транспорта тесно связаны с такими негативными аспектами, как загрязнение окружающей среды и отрицательным влиянием на здоровье человека [Dora, Phillips, 2000; Бекузарова и

др., 2020]. Одна из главных проблем – загрязнение воздуха, которое осуществляется автомобильным транспортом. Исследования, проводимые в последние десятилетия, указывают, что загрязнение воздуха значительно вредит здоровью, и транспорт является при этом одним из важнейших источников загрязнения [European Commission, 2001].

Большое число воздушных загрязнителей различной токсичности поступает в окружающую среду при движении или работе автомобильного транспорта [Джгмадзе, Гогичев, 2020]. Попадают загрязнители в окружающую среду из транспортных средств, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, а также их элементов (тормоза, диски сцепления, шины и топливные баки), и, кроме того, от продуктов износа дорожного покрытия [Иванов и др., 2020; Стогний и др., 2021]. Исследования влияния движения транспорта на качество окружающей среды в городских районах начаты за рубежом относительно недавно [Wheeler, Rolfe, 1979; Elwood, 1983; Elwood, Gallacher, 1984; McClellan, 1986]. В большинстве исследований основное внимание уделяется загрязнению воздуха автомобильными выбросами и его воздействию на здоровье человека [Chamberlain 1983; Elwood 1986; Schroeder et al., 1987]. Подобные исследования достаточно активно проводятся и в России [Вигдорович и др., 2005; Кобрина, 2016; Каташинская, Суппес, 2016; Сокол, Жердев, 2018; Сонов и др., 2016; Шулепова, Сидоров, 2018].

Цель настоящего исследования – установление показателя загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом, характеризующего степень воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

На территории Республики Северная Осетия-Алания наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит деятельность предприятий цветной металлургии и автотранспорта [Алборов, Заалишвили, 2021]. Более 30 предприятий находится в промышленном узле г. Владикавказа, их деятельность в той или иной мере связана с загрязнением атмосферного воздуха.

Огромный вклад в загрязнение воздуха вносит автотранспорт, количество которого за последние 20 лет только в г. Владикавказе, по данным Федеральной службы государственной статистики, увеличилось более чем в 2 раза (рис. 1).

Как видно из представленного графика рост автомобильного транспорта носит равномерный характер. Аппроксимируя данный график линейной функцией можно увидеть высокую корреляционную зависимость количества автотранспорта от года, с величиной достоверности аппроксимации $R^2=0,984$. Полученную зависимость количества автотранспорта от года или равномерность эволюции транспортной составляющей можно описать следующим эмпирическим выражением: $N = 7538 \cdot Y + 82794$, где N – количество автотранспорта, Y – год минус 1994. Подобный рост количества автотранспорта с годами характерен и для всей Российской Федерации, в целом (рис. 2).

Согласно официальному portalу Республики Северная Осетия-Алания <http://alania.gov.ru> протяженность в Республике автомобильных дорог общего пользования имеющих твердое покрытие составляет 2,3 тыс. км, а плотность составляет 286 км дорог на 1 тыс. кв. км территории. По данным показателям Республика занимает 4-е место среди регионов, и при этом первые три места принадлежат г. Москве, г. Санкт-Петербургу и Калининградской области, соответственно. Через территорию Республики проходит 257 км федеральных и 2037 км региональных дорог. Всего транспортная инфраструктура представлена пятью трассами федерального

значения, а также включает в себя несколько железнодорожных узлов и международный аэропорт «Владикавказ».

Рис. 1. Рост числа всего автотранспорта, зарегистрированного на территории PCO-A (период 1995–2017 гг.) /

Fig. 1. Growth in the number of all vehicles registered on the territory of North Ossetia-A (period 1995–2017)

Рис. 2. Рост числа легкового автотранспорта, зарегистрированного на территории PCO-A (период 2000–2020 гг.) /

Fig. 2. Growth in the number of light vehicles registered on the territory of North Ossetia-A (period 2000–2020)

Методы

В качестве показателя загрязнения природной среды используется показатель предельно допустимой концентрации (ПДК). ПДК представляет собой максимальную концентрацию какого-либо химического элемента, или его соединения, при которой в течение длительного влияния рассматриваемого элемента на организм человека не вызываются патологические изменения и какие-либо заболевания. Данная концентрация утверждается как норматив и рассчитывается с помощью специальных исследований, либо оценивается с помощью экспертных оценок. В процессе реализации специализированных исследований на основе проводимых биологических экспериментов и наблюдений за состоянием здоровья людей, под-

вергающихся воздействию изучаемых химических элементов или их соединений, используются различные расчётные методы. Получаемые, при этом, значения ПДК вносятся в различные ГОСТы и иные нормативные документы.

Главным недостатком подобного подхода является рассмотрение и учет отдельных элементов, без учёта эффекта их интегрального влияния. В то же время, влияние на организм человека некоторых элементов может усиливаться в случае присутствия иных загрязнителей. Ещё одним недостатком является отсутствие учёта формы, в которой загрязнитель находится в среде. К примеру, ртуть, при попадании из почвы в воздух в виде различных неорганических соединений, в условиях невысокой концентрации, может и не характеризоваться высокой опасностью для населения, но, в то же время, при попадании в водную среду, форма соединения может перейти в метилированную, опасность которой может быть выше на один-два порядка [Петров, 1997].

В упрощенном подходе, в предположении одинаковой вредности различных элементов можно ввести некий суммарный показатель загрязнения природной среды, который может быть описан в виде:

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_{Ci}}, \quad (1)$$

где C_i – фактическая концентрация i -го загрязнителя, ПДК_{Ci} – предельно допустимая концентрация i -го загрязнителя, C – суммарный показатель загрязнения.

Подобный подход используется в расчёте суммарного показателя загрязнения почвы Z_c . В данном случае используется понятие концентрации химического элемента, которая равна отношению фактического содержания данного элемента в почве, к его фоновому региональному:

$$K = C_i / C_{\phi}, \quad (2)$$

где K – концентрация химического элемента, C_i – содержание элемента в почве, C_{ϕ} – региональное фоновое содержание элемента.

При этом суммарный показатель рассчитывается, как сумма концентрации химических элементов и может быть представлен в виде:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1), \quad (3)$$

где n – количество учитываемых химических элементов; K_{Ci} – коэффициенты концентрации загрязнителей.

Недостатком данного подхода можно считать то, что выделение опасных зон производится относительного фонового содержания исследуемых элементов в данном районе. При этом, для отдельных территорий, фоновое содержание может быть выше уровня ПДК, тогда, в сравнении с «чистым» регионом, мы получим заниженную оценку уровня загрязнения территории. В качестве примера можно привести случай, когда содержание различных элементов близки к фоновым значениям, в обоих случаях значение суммарного показателя загрязнения будет близко к единице, при этом реальное загрязнение может отличаться в несколько раз.

Результаты работы и их обсуждение

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха нами предложено ввести суммарный показатель $Z_{\text{атм}}$, рассчитываемый как сумма отношений концентрации отдельных загрязнителей к значениям ПДК за вычетом количества используемых показателей минус единица:

$$Z_{\text{атм}} = \sum_{i=1}^n \frac{\tilde{N}_i}{C_{\text{ПДК}i}} - (n-1), \quad (5)$$

где C_i – концентрация i -го загрязнителя в атмосфере, $C_{\text{ПДК}i}$ – значение ПДК i -го загрязнителя.

В ходе настоящей работы были собраны и проанализированы все имеющиеся данные по динамике объемов выбросов от стационарных источников и автотранспорта на территории РСО-А за 1997-2015 гг. (рис. 3).

Установлено, что основными загрязняющими веществами, характерными для автомобильного транспорта являются, оксид углерода (CO), оксиды азота NOx (в пересчете на диоксид азота), углеводороды (CH), сажа, диоксид серы (SO2), формальдегид, бензапирен, свинец и различные другие взвешенные вещества. В этой связи, согласно проведенному нами исследованию по выявлению основных источников загрязнения атмосферного воздуха в городе Владикавказе, установлено, что объемы выбросов от автотранспорта, в целом, превышают стационарные источники на порядок.

Рис. 3. Динамика объемов выбросов от стационарных источников и автотранспорта на территории РСО-А за 1997–2015 гг. (пунктирная линия – объемы выбросов от стационарных источников, непрерывная линия – объемы выбросов от автотранспорта) /

Fig. 3. Dynamics of emissions from stationary sources and vehicles on the territory of North Ossetia-A for 1997–2015. (dotted line – emissions from stationary sources, continuous line – emissions from vehicles)

В качестве примера на рисунке 4 приведены данные наблюдений концентрации угарного газа в атмосферном воздухе за один год, на котором видно увеличение концентрации во времени.

Результаты анализа позволили установить, что прослеживается прямая зависимость или тренд между плотностью потока машин и загрязнением воздушной среды. При этом наиболее интенсивное загрязнение среды отмечено в районе кино-театра «Дружба» и Архонского перекрестка, являющиеся местами наибольшей загруженности автомобильным потоком. Исследования по установлению зависимости между количеством автотранспорта и уровнем загрязнения окружающей среды проводились с помощью корреляционного и регрессионного анализа (рис. 5–7).

Рис. 4. Среднесуточные концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе в течение года, $\text{мг}/\text{м}^3$ (пунктирная линия – объемы выбросов от стационарных источников, непрерывная линия – объемы выбросов от автотранспорта) /

Fig. 4. Average daily concentrations of carbon monoxide in the ambient air during the year, mg/m^3 (dotted line – emissions from stationary sources, continuous line – emissions from vehicles)

Рис. 5. Динамика объемов выбросов диоксида азота от стационарных источников и автотранспорта на территории РСО-А за 2001–2015 гг. (пунктирная линия – объемы выбросов от стационарных источников, непрерывная линия – объемы выбросов от автотранспорта) /

Fig. 5. Dynamics of nitrogen dioxide emissions from stationary sources and vehicles on the territory of North Ossetia-A for 2001–2015. (dotted line – emissions from stationary sources, continuous line – emissions from vehicles)

Рис. 6. Динамика объемов выбросов углеводородов от стационарных источников и автотранспорта на территории PCO-A за 2001–2015 гг. (пунктирная линия – объемы выбросов от стационарных источников, непрерывная линия – объемы выбросов от автотранспорта) / Fig. 6. Dynamics of hydrocarbons emissions from stationary sources and vehicles on the territory of North Ossetia-A for 2001–2015. (dotted line – emissions from stationary sources, continuous line – emissions from vehicles)

Рис. 7. Динамика объемов выбросов оксида углерода от стационарных источников и автотранспорта на территории PCO-A за 2001–2015 гг. (пунктирная линия – объемы выбросов от стационарных источников, непрерывная линия – объемы выбросов от автотранспорта) / Fig. 7. Dynamics of carbon monoxide emissions from stationary sources and vehicles on the territory of North Ossetia-A for 2001–2015. (dotted line – emissions from stationary sources, continuous line – emissions from vehicles)

Установлено, что рост поступлений в атмосферу загрязняющих веществ от автомобильного транспорта растёт линейно, подобно росту количества автотранспорта. При этом величина достоверности аппроксимации R^2 равна 0,97. На трассах при въезде в город, например, выявлена высокая концентрация двуокиси серы (до 4 ПДК), что, в частности, может служить косвенным признаком использования некачественного топлива большегрузным транспортом. Прямо через город проходит федеральная автомобильная дорога, выходящая на Военно-Грузинскую дорогу.

Это – единственная сухопутная действующая дорога связывающая Россию с Арменией, Грузией и Турцией, что обуславливает ее крайне высокую загруженность.

Выводы

Экономическое развитие всех регионов основано на доступе людей к товарам и услугам, которые обеспечиваются современной транспортной инфраструктурой. Автомобильный транспорт является основным способом транспортировки грузов и населения. В то же время положительные аспекты использования транспорта тесно связаны с такими негативными аспектами, как загрязнение окружающей среды и отрицательным влиянием на здоровье человека.

На территории Республики Северная Осетия-Алания наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит деятельность предприятий цветной металлургии и автотранспорта. Более 30 предприятий находится в промышленном узле г. Владикавказа, их деятельность в той или иной мере связана с загрязнением атмосферного воздуха.

Огромный вклад в загрязнение воздуха вносит автотранспорт, количество которого только в г. Владикавказе, по данным Федеральной службы государственной статистики, за последние 20 лет увеличилось более чем в 2 раза.

В качестве показателя загрязнения природной среды используется показатель предельно допустимой концентрации (ПДК).

Главным недостатком подобного подхода является рассмотрение и учет отдельных элементов, без учёта эффекта их интегрального влияния. В то же время, влияние на организм человека некоторых элементов может усиливаться в случае присутствия иных загрязнителей.

Предложен суммарный показатель $Z_{\text{атм}}$ загрязнения атмосферного воздуха, рассчитываемый как сумма отношений концентрации отдельных загрязнителей к соответствующим значениям ПДК за вычетом количества используемых показателей.

Результаты исследований позволили установить, что прослеживается прямая зависимость или тренд между плотностью потока машин и загрязнением воздушной среды. Установлено, что выбросы от автомобильного транспорта на порядок превосходят стационарные источники.

Полученные данные свидетельствуют об устойчивой тенденции увеличения загрязнения атмосферного воздуха от возрастающего негативного влияния выбросов автотранспорта, что также отрицательно сказывается на состоянии здоровья населения.

Литература

1. Алборов И.Д., Заалишвили В.Б. Влияние ветрового режима и давления атмосферного воздуха на надежность вентиляции рудников и организм человека. // Геология и геофизика Юга России. – 2021. – Т. 11. №3. – С. 148–159.
2. Бекузарова С.А., Тебиева Д.И., Бекмурзов А.Д., Кебалова Л.А., Корбесова К.В. Фиторемедиация токсичности воздуха автомобильных дорог. // Геология и геофизика Юга России. – 2020. – Т. 10. №2. – С. 127–136.
3. Вигдорович В. И., Габелко Н. В., Спасский Р. В. Загрязнение воздуха города Тамбова выхлопными газами. // Вестн. Удм. ун-та. – 2005. – №8. – С. 79–86.
4. Джгамадзе А.К., Гогичев Р.Р. Гидрогеохимические особенности Северо-Осетинского артезианского бассейна. // Геология и геофизика Юга России. – 2020. – Т. 10. №2. – С. 56–70.

5. Иванов А.В., Стриженов А.В., Супрун И.К. Вопросы оценки эффективности внедряемых пылезащитных экранов на этапе проектирования. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2020. – Т. 10. №3. – С. 139–152.
6. Каташинская Л.И., Суппес Н.Е. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха в городе Ишиме и влияние химического загрязнения атмосферы на здоровье населения. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2016. – Т. 18. №2-3. – С. 697–701.
7. Кобрин Н.В. Системы мониторинга загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом. // *Экология и промышленность*. – 2016. – №2(47). – С. 97–102.
8. Петров К. М. Общая экология: взаимодействие общества и природы. // Учебное пособие для вузов. – СПб: Химия, 1997. – 352 с.
9. Сокол П.А., Жердев А.В. Анализ воздействия отработанных газов двигателя внутреннего сгорания на экологическую безопасность. // *Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. – 2018. – Т. 1. – С. 605–607.
10. Сонов А.А., Ажахова Л.С., Теунова Ф.А. Экспериментальное исследование химического состава атмосферных осадков и определение степени загрязнения атмосферы выхлопными газами. // *Современные тенденции развития науки и технологий*. – 2016. – №3-1. – С. 27–30.
11. Стогний В.В., Стогний Г.А., Любимова Т.В. Геоэкологические риски территории Краснодарского края: проблема интегральной оценки степени геологических опасностей. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2021. – Т. 11. №1. – С. 121–133.
12. Шулепова О.В., Сидоров П.Т. О влиянии автотранспорта на окружающую среду на примере города Тюмени. // *Агропродовольственная политика России*. – 2018. – №3(75). – С. 45–47.
13. Chamberlain A.C. Effect of airborne lead on blood lead. // *Atmos Environ*. – 1983. – No.17. – pp. 677-692.
14. Dora C., Phillips M., eds. Transport, environment and health. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (WHO Regional Publications. // *European Series*. – 2000. – No.89. <http://www.euro.who.int/document/e72015.pdf>, accessed 26 November 2004).
15. Elwood P.C. Blood lead and petrol lead. // *Br. Med. J.* – 1983. – Vol. 286. – 1515 p.
16. Elwood P.C. The sources of lead in blood. // *Sci. Total. Environ.* – 1986. – Vol. 52. – pp. 1-23.
17. Elwood P.C. and Gallacher J.E.J. Lead in petrol and levels of lead in blood: scientific evidence and social policy. // *J. Epidemiol and Community Health*. – 1984. – Vol. 38. – pp. 315-318.
18. European Commission. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the sixth environment action programme of the European Community – Environment 2010: OUR FUTURE, OUR CHOICE. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities. – 2001. http://europa.eu.int/eurex/en/com/pdf/2001/en_501PC00.31.pdf, accessed 26 November 2004).
19. McClellan R.O. Health effects of diesel exhaust: a case study in risk assessment. // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* – 1986. – Vol. 47. – pp. 1-13.
20. Schroeder W.H., Dobson M., Kane D.M. and Johnson N.D. Toxic trace elements associated with airborne particulate matter: a review. // *JAPCA*. – 1987. – Vol. 37. – pp. 1267–1285.
21. Wheeler G.L. and Rolfe G.L. The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation. // *Environ. Pollut.* – 1979. – Vol. 18. – pp. 265-274.

References

1. Alborov I.D., Zaalishvili V.B. Influence of wind conditions and pressure the influence of atmospheric air on the reliability of mine ventilation and the human body. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2021. Vol. 11. No. 3. pp. 148–159. (in Russ.) DOI: 10.46698/VNC.2021.17.27.012.
2. Bekuzarova S.A., Tebieva D. I., Bekmurzov A.D., Kebalova L.A., Korbesova K.V. Phytoremediation of air toxicity of roads. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2020. Vol. 10. No. 2. pp. 127–135. (in Russ.) DOI: 10.46698/VNC.2020.47.65.009
3. Vigdorovich V.I., Gabelko N.V., Spassky R.V. Air pollution of the city of Tambov with exhaust gases. *Vestn. Udm. un-ta*. 2005.No. 8. pp. 79–86. (In Russ.)
4. Dzhgamadze A.K., Gogichev R.R. Hydrogeochemical features of the North Ossetian artesian basin. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2020. Vol. 10.No. 1. pp. 56–70. (in Russ.) DOI: 10.46698/VNC.2020.45.55.004.
5. Ivanov A.V., Strizhenok A.V., Suprun I.K. Issues of evaluating the effectiveness of the introduced dust screens at the design stage. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2020. Vol. 10. No. 3. pp. 140–152. (In Russ.) DOI: 10.46698/VNC.2020.37.81.009.
6. Katashinskaya L.I., Suppes N.E. Analysis of sources of air pollution in the city of Ishim and the impact of chemical pollution of the atmosphere on public health. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2016. Vol. 18.No. 2–3. pp. 697–701. (In Russ.)
7. Kobrina N.V. Systems for monitoring environmental pollution by road transport. *Ecology and Industry*. 2016. No. 2. Vol 47. pp. 97–102. (In Russ.)
8. Petrov K.M. General ecology: interaction of society and nature. Textbook for universities. Saint Petersburg. Chemistry. 1997.352 p. (In Russ.)
9. Sokol P.A., Zherdev A.V. Analysis of the impact of exhaust gases from an internal combustion engine on environmental safety. *Problems of ensuring safety in the elimination of the consequences of emergency situations*. 2018. Vol. 1. pp. 605–607. (In Russ.)
10. Sonov A.A., Azhakhova L.S., Teunova F.A. Experimental study of the chemical composition of atmospheric precipitation and determination of the degree of atmospheric pollution by exhaust gases. *Modern trends in the development of science and technology*. 2016. No. 3–1. pp. 27–30. (In Russ.)
11. Stogny V.V., Stogny G.A., Lyubimova T.V. Geoecological risks of the Krasnodar region: the problem of integrated assessment of the geological hazards degree. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2021. Vol. 11. No. 1. pp 121–133. (in Russ.). DOI: 10.46698/VNC.2021.40.95.010.
12. Shulepova O.V., Sidorov P.T. About the impact of vehicles on the environment by the example of the city of Tyumen. *Agri-food policy of Russia*. 2018. No. 3. Vol. 75. pp. 45–47. (In Russ.)
13. Chamberlain A.C. Effect of airborne lead on blood lead. *Atmos Environ*. 1983. No.17. pp. 677–692.
14. Dora C., Phillips M., eds. Transport, environment and health. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (WHO Regional Publications. European Series. 2000. No.89. <http://www.euro.who.int/document/e72015.pdf>, accessed 26 November 2004).
15. Elwood P.C. Blood lead and petrol lead. *Br. Med. J.*1983. Vol. 286. 1515 p.
16. Elwood P.C. The sources of lead in blood. *Sci. Total. Environ*. 1986. Vol. 52. pp. 1–23.
17. Elwood P.C.,Gallacher J.E.J. Lead in petrol and levels of lead in blood: scientific evidence and social policy. *J. Epidemiol and Community Health*. 1984. Vol. 38. pp. 315–318.
18. European Commission. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the sixth environment action programme of the European Community – Environment 2010: OUR FUTURE, OUR CHOICE. Luxem- bourg, Office for Official Publications of the European

Communities. – 2001. (http://europa.eu.int/eurex/en/com/pdf/2001/en_501PC00.31.pdf, accessed 26 November 2004).

19. McClellan R.O. Health effects of diesel exhaust: a case study in risk assessment. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1986. Vol. 47. pp. 1–13.

20. Schroeder W.H., Dobson M., Kane D.M. and Johnson N.D. Toxic trace elements associated with airborne particulate matter: a review. *JAPCA*. 1987. Vol. 37. pp. 1267–1285.

21. Wheeler G.L. and Rolfe G.L. The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation. *Environ. Pollut.* 1979. Vol. 18. pp. 265–274.