



УДК 504.054

DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-298-306

Оптимизация учета источников загрязнения атмосферного воздуха при нормировании выбросов автозаправочных станций

¹Боровлев А.Э., ²Колосова И.В., ¹Никулина А.С.

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 3080150, Белгород, ул. Победы, 85

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46
E-mail: borovlev@bsu.edu.ru

Аннотация. Автозаправочные станции оказывают воздействие на окружающую среду в результате испарения нефтепродуктов в процессе их приемки, хранения, отпуска и очистки резервуаров. При нормировании выбросов автозаправочной станции максимальный выброс (г/с) обычно рассчитывается только для операции заправки нефтепродукта в резервуары. Расчетным путем доказано, что однозначный выбор источника выбросов в пользу операции заправки нефтепродукта в резервуары при расчете максимально разового выброса является ошибочным. На основе анализа результатов вариантных расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе установлено, что выбор результирующего источника выбросов зависит от количества одновременно работающих топливно-раздаточных колонок автозаправочной станции. Для дизельного топлива загрязнение атмосферного воздуха в некоторых направлениях будет более опасным при заправке баков автомобилей, чем от заправки топлива в резервуары уже при двух одновременно работающих колонках, а для неэтилированного бензина – при трех колонках. Указанный критерий выбора результирующего источника выброса паров нефтепродуктов автозаправочной станции предложено использовать при проведении работ по установлению нормативов предельно допустимых выбросов и сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: автозаправочная станция (АЗС), бензол, загрязняющее вещество (ЗВ), нефтепродукты, предельно-допустимая концентрация (ПДК), топливно-раздаточная колонка (ТРК), углеводороды

Для цитирования: Боровлев А.Э., Колосова И.В., Никулина А.С. 2022. Оптимизация учета источников загрязнения атмосферного воздуха при нормировании выбросов автозаправочных станций. Региональные геосистемы, 46(2): 298–306. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-298-306

Optimization of Accounting for Sources of Atmospheric Air Pollution when Rationing Gas Station Emissions

¹Andrey E. Borovlev, ²Irina V. Kolosova, ¹Anna S. Nikulina

¹Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
46 Kostyukova St, Belgorod, 308012, Russia
E-mail: borovlev@bsu.edu.ru

Abstract. Filling stations have an impact on the environment as a result of the evaporation of petroleum products during their acceptance, storage, release and cleaning of tanks. When rationing gas station emissions, the maximum emission (g/s) is usually calculated only for the operation of pumping petroleum products into tanks. It is proved by calculation that the unambiguous choice of the source of emissions in

favor of the operation of pumping petroleum products into tanks when calculating the maximum single emission is erroneous. Based on the analysis of the results of variant calculations of the dispersion of emissions of pollutants in the atmospheric air, it was found that the choice of the resulting source of emissions depends on the number of simultaneously operating fuel dispensers of a gas station. For diesel fuel, atmospheric air pollution in some directions will be more dangerous when filling the tanks of cars than from pumping fuel into tanks already with two simultaneously operating columns, and for unleaded gasoline – with three columns. It is proposed to use the specified criterion for selecting the resulting source of oil vapor emissions from a gas station when carrying out work to establish standards for maximum permissible emissions and summary calculations of atmospheric air pollution.

Keywords: gas station, benzene, polluting substance, petroleum products, maximum permissible concentration, fuel distribution column, hydrocarbons

For citation: Borovlev A.E., Kolosova I.V., Nikulina A.S. 2022. Optimization of Accounting for Sources of Atmospheric Air Pollution when Rationing Gas Station Emissions. *Regional geosystems*, 46(2): 298–306 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-298-306

Введение

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха в техногенных и технологических зонах, вследствие пиковой рекордной компактности народонаселения и концентрации базового сегмента техносферы, приобрело рисковый небезопасный ярус и показатели, с каковыми реализуется понижение защищенности в технополисах и регресс добротности функционирования и обеспечения жизненного процесса урбанистического электората [Боровлев, 2016; Borovlev, Zelenskaya, 2018; О качестве атмосферного ..., 2022]. В последние годы широко проводятся исследования по оценке риска здоровью населения крупных урбанизированных регионов [Епринцев и др., 2020; Shekoian et al., 2020]. Для такого рода оценок широко используются сводные (комплексные) расчеты загрязнения атмосферного воздуха [Боровлев, 2020]. Они регламентируются рядом нормативных документов [Правила установления..., 2014; Об утверждении правил ..., 2019; Об утверждении методики ..., 2020]. Однако распространённой ошибкой является их ограничение только крупными производственными объектами [Волкодаева и др., 2018; Volkodaeva et al., 2018; Карелин и др., 2019]. Так при проведении сводных расчетов целесообразно учитывать также и АЗС, оказывающих воздействие на окружающую среду в результате испарения нефтепродуктов в процессе их приемки, хранения, отпуска и очистки резервуаров. Наиболее приоритетным ЗВ в выбросах АЗС является бензол, относящийся ко 2-му классу опасности. Его приземные концентрации превышают установленные нормативы на границах санитарно-защитных зон АЗС и в близлежащей жилой застройке ряда крупных мегаполисов [Correa et al., 2012; Asadi, Mirmohammadi, 2017; Кошкарев и др., 2020; Кошкарев и др., 2022].

В связи с тем, что одновременная закачка нефтепродукта в резервуары и баки автомобилей не осуществляется, то при проведении расчёта рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе один из этих источников не учитывается. Максимальный выброс (г/с) обычно рассчитывается только для операции закачки нефтепродукта в резервуары [Методическое пособие ..., 2012]. Данный выбор является ошибочным, так как при большом количестве топливно-раздаточных колонок (ТРК) может быть неверно оценена степень воздействия предприятия на окружающую среду. Поэтому важно определить четкий критерий выбора результирующего источника выброса паров нефтепродуктов АЗС для выполнения расчетов загрязнения атмосферного воздуха.



Объекты исследования

Определение величин выбросов ЗВ в атмосферный воздух типовой автозаправочной станции (на примере АЗС ООО «Лукойл-Югнефтепродукт») выполнено на основе утвержденных Минприроды России методик [Методические указания ..., 1997; Дополнение к «Методическим указаниям ...», 1999].

Доставка топлива на АЗС производится автоцистернами для последующего его слива самотеком в резервуар. В результате слива моторных топлив в резервуары, а также при заправке баков автомобилей через ТРК в атмосферу поступает ряд загрязняющих веществ. Для автоматизированного расчета загрязнения атмосферы выбросами АЗС использована программа «ЭКОЛОГ» (версия 4.60.8.), разработанная фирмой «Интеграл» на основе [Методы расчета рассеивания..., 2017].

Результаты и их обсуждение

Согласно методик [Методические указания..., 1997; Дополнение к «Методическим указаниям ...», 1999] при заправке резервуаров и баков автомобилей дизельным топливом в атмосферу выделяется ряд ЗВ (представлены в табл. 1–2). На основе исходных данных загрузки резервуаров типовой АЗС получены результаты расчетов выбросов по источнику выделения – при закачке одного резервуара бензином (табл. 1) и одного резервуара – дизельным топливом (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Результаты расчетов по источнику выделения – закачка одного резервуара бензином
 The results of calculations based on the source of the release – the injection of one tank with gasoline

Код	Название вещества	Содержание, %	Максимальный выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
0415	Смесь углеводородов предельных C1-C5	67,67	0,3488764	0,341270
0416	Смесь углеводородов предельных C6-C10	25,01	0,1289404	0,126129
0501	Пентилены (Амилены – смесь изомеров)	2,50	0,0128889	0,012608
0602	Бензол	2,30	0,0118578	0,011599
0616	Ксилол	0,29	0,0014951	0,001463
0621	Метилбензол (Толуол)	2,17	0,0111876	0,010944
0627	Этилбензол	0,06	0,0003093	0,000303

Таблица 2
Table 2

Результаты расчетов по источнику выделения – закачка одного резервуара дизельным топливом
 The results of calculations based on the source of discharge – injection of one tank with diesel fuel

Код	Название вещества	Содержание, %	Максимальный выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,28	0,0000047	0,000161
2754	Углеводороды предельные C12-C19	99,72	0,0016664	0,057356

На основании результатов расчетов максимальных приземных концентраций ЗВ для операции закачки нефтепродукта в резервуары установлено, что максимальная величина приземной концентрации при закачке бензина наблюдается по бензолу, а при закачке дизельным топливом – по углеводородам предельным C12-C19 (табл. 3). Таким образом, дальнейшие исследования целесообразно проводить только для указанных приоритетных ЗВ.

Для выполнения расчетов загрязнения атмосферного воздуха в районе размещения АЗС с учетом количества одновременно работающих ТРК определены выбросы (г/с) приоритетных ЗВ АЗС (табл. 4).

Таблица 3
Table 3

Результаты расчета максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ для операции закачки нефтепродукта в резервуары
The results of calculating the maximum surface concentrations of pollutants for the operation of pumping petroleum products into tanks

Код	Вещество	ПДК _{м.р.}	Расчетная максимальная приземная концентрация ЗВ, доли ПДК
	Наименование		
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,008	0,01
2754	Углеводороды предельные С12-С19	1,0	0,02
0415	Смесь углеводородов предельных С1-С5	200,0	0,02
0416	Смесь углеводородов предельных С6-С10	50,0	0,03
0501	Пентилены (Амилены - смесь изомеров)	1,5	0,11
0602	Бензол	0,3	0,50
0616	Ксилол	0,2	0,10
0621	Метилбензол (Толуол)	0,6	0,24
0627	Этилбензол	0,02	0,20

Таблица 4
Table 4

Выбросы приоритетных загрязняющих веществ АЗС в зависимости от выбора источника выделения и вида топлива
Emissions of priority pollutants from gas stations, depending on the choice of the source of emission and type of fuel

Количество одновременно работающих ТРК, шт.	Выброс углеводородов предельных С12-С19, г/с	Выброс бензола, г/с
1	0,0008687	0,0045085
2	0,0017373	0,0090169
3	0,0026060	0,0135254
4	0,0034747	0,0180338
5	0,0043434	0,0225423

Для анализа результатов расчётов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе выбраны контрольные точки на границе санитарно-защитной зоны АЗС (50 м) с учетом требований [Правила установления .., 2014; Об утверждении методики .., 2020]. Согласно результатам вариантных расчетов (табл. 5) в некоторых направлениях для дизельного топлива загрязнение атмосферного воздуха будет более высоким от заправки баков автомобилей, чем от закачки топлива в резервуары уже при двух ТРК, а для неэтилированного бензина – при трех ТРК.

Для более наглядной картины результатов вариантных расчетов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе в зависимости от выбора результирующего источника выброса и вида топлива была построена зона влияния выбросов ЗВ АЗС, определяемая согласно [Об утверждении методики .., 2020] как территория ограниченная изолинией 0,05 ПДК (рис.). Зона влияния выбросов ЗВ рассчитывается по каждому вредному веществу (комбинации вредных веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно [Об утверждении методики .., 2020].



Таблица 5
Table 5

Результаты вариантных расчетов загрязнения атмосферного воздуха
в зависимости от выбора источника выброса и вида топлива
Results of variant calculations of atmospheric air pollution depending
on the choice of emission source and fuel type

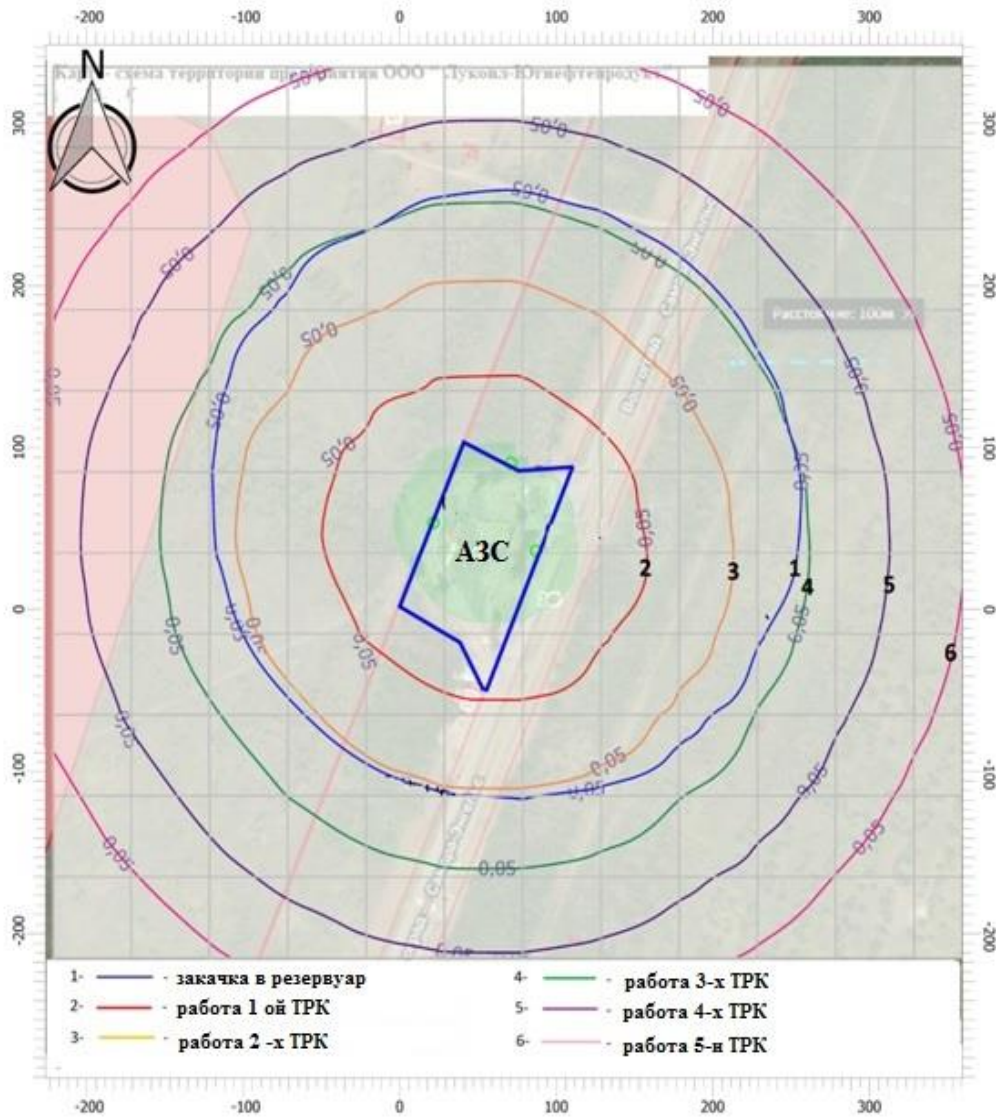
Наименование ЗВ	Максимальная приземная концентрация ЗВ (C_{\max}), доли ПДК						КВРИВ* (кол-во ТРК), шт.
	Закачка в резервуары	Заправка баков автомобилей					
		Работа 1-й ТРК	Работа 2-х ТРК	Работа 3-х ТРК	Работа 4-х ТРК	Работа 5-ти ТРК	
Контрольная точка №1 Северное направление							
Углеводороды предельные C12-C19	0,02	0,00239	0,01	0,021	0,021	0,03	3
Бензол	0,5	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	5
Контрольная точка №2 Восточное направление							
Углеводороды предельные C12-C19	0,02	0,00302	0,021	0,026	0,03	0,04	2
Бензол	0,38	0,15	0,3	0,36	0,61	0,76	3
Контрольная точка №3 Западное направление							
Углеводороды предельные C12-C19	0,02	0,003	0,021	0,03	0,03	0,04	2
Бензол	0,32	0,15	0,3	0,45	0,60	0,75	3

Примечание: * – критерий выбора результирующего источника выброса для выполнения расчетов загрязнения атмосферного воздуха (количество одновременно работающих ТРК АЗС с учетом выбора конкретного вида топлива), при котором C_{\max} ЗВ при работе ТРК превышает C_{\max} при закачке в резервуар.

На рисунке показана зона влияния (0,05 ПДК) только для бензола. Для углеводородов предельных C12-C19 зона влияния не выходит за границы территории рассматриваемого объекта, в связи с чем, не рассматривается. На данном рисунке четко видно, что изолиния 0,05 ПДК при заправке баков автомобилей полностью поглощает изолинию 0,05 ПДК от закачки в резервуары, только при четырех одновременно работающих ТРК.

В связи с тем, что уровень загрязнения атмосферы от заправки баков автомобилей превышает загрязнение от закачки в резервуары при маленьком количестве одновременно работающих ТРК не во всех направлениях, то при выборе результирующего источника выбросов, необходимо учитывать направление нормируемых объектов, расположенных вблизи АЗС. В результате проведенного исследования источников выбросов АЗС было установлено, что при наличии:

- одной работающей колонки результирующим источником работы АЗС является закачка в резервуары для любого вида топлива;
- двух работающих колонок для дизельного топлива, результирующий источник стоит выбирать в зависимости от расположения нормируемых объектов, для неэтилированного бензина – закачка в резервуары;
- трех работающих колонок для неэтилированного бензина результирующий источник целесообразно выбирать в зависимости от расположения нормируемых объектов, для дизельного топлива – при заправке баков автомобилей;
- четырех и более работающих колонок результирующим источником работы АЗС является заправка баков автомобилей для любого вида топлива.



Зона влияния выбросов ЗВ АЗС
Zone of influence of pollutant emissions from filling stations

Заключение

На сегодняшний день работа заправок станций (АЗС) является важным элементом функционирования всех систем жизнедеятельности человека. Оптимизация определения источников АЗС в расчетах загрязняющих веществ дает нам возможность правильно оценить экологическую ситуацию. На основании результатов расчетов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе доказано, что однозначный выбор источника выбросов в пользу операции заправки нефтепродукта в резервуары при расчете максимально разового выброса является ошибочным. Установлено, что выбор результирующего источника выбросов зависит от количества колонок на АЗС. Для дизельного топлива уровень загрязнения атмосферного воздуха в некоторых направлениях будет более высоким при заправке баков автомобилей, чем от заправки топлива в резервуары уже при двух одновременно работающих ТРК, для неэтилированного бензина – при трех ТРК. Указанные критерии могут быть использованы при разработке нормативов предельно допустимых выбросов автозаправочных станций и проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.



Список источников

- Дополнение к «Методическим указаниям по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров (Новополоцк, 1997)». 1999. СПб., НИИ Атмосфера, 26 с.
- Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное). 2012. СПб., НИИ Атмосфера, 222 с.
- Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров (утв. приказом Госкомприроды РФ 12 мая 1998 г.). Электронный ресурс. URL: <https://base.garant.ru/2163005/b89690251be5277812a78962f6302560/> (дата обращения 01.04.2022).
- Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утв. Приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 г. № 273). Электронный ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708110012> (дата обращения 01.04.2022).
- О качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки. Директива № 2008/50/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза (Принята в г. Страсбурге 21.05.2008). Электронный ресурс. URL: <https://base.garant.ru/2568235/> (дата обращения: 01.04.2022).
- Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 11.08.2020 № 581). Электронный ресурс. URL: <https://base.garant.ru/400164922/> (дата обращения: 01.04.2022).
- Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 ноября 2019 г. № 813). Электронный ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912260018> (дата обращения: 01.04.2022).
- Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями. ГОСТ 17.2.3.02-2014. 2014. М., 14 с.

Список литературы

- Боровлев А.Э. 2016. Оценка устойчивости городских почв к аэротехногенному воздействию (на примере города Белгорода). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 4 (225): 138–144.
- Боровлев А.Э. 2020. Проблемные вопросы оценки риска здоровью населения Белгородской области на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. Управление городом: Теория и практика, 4 (38): 53–56.
- Волкодаева М.В., Таранина О.А., Канчан Я.С. 2018. О возможных ошибках при определении величины мощности выбросов загрязняющих веществ. Системы контроля окружающей среды, 12 (32): 122–127.
- Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Волкодаева М.В., Еремин Г.Б. 2019. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья. Гигиена и санитария, 98 (1): 82–86. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86.
- Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В. 2020. Оценка воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медикодемографические процессы крупных урбанизированных регионов. Геополитика и экогеодинамика регионов, 6 (3): 43–50. DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-3-43-50.
- Кошкарев С.А., Заурова Ф.Х., Кузубова А.А., Хаустова Е.П., Кошкарев К.С. 2020. К результатам исследования уровня загрязнения воздуха в районе расположения АЗС для снижения выбросов углеводородов. Инженерный вестник Дона, 3 (63): 32.
- Кошкарев С.А., Кошкарев К.С., Брехов А.А., Перницкий А.Д., Курасов А.Н. 2022. К совершенствованию устройств очистки выбросов и снижению отходов образования АЗС. Инженерный вестник Дона, 1(85): 336–348.
- Asadi M, Mirmohammadi M. 2017. Experimental Study of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene (BTEX) Contributions in the Air Pollution of Tehran, Iran. Environmental Quality Management, 27 (1): 83–93. DOI: 10.1002/tqem.21510.



- Borovlev A.E., Zelenskaya E.Ya. 2018. Use of the Air Pollution Summary Calculations for Industrial Emission Regulation in the City of Belgorod. *Biogeosystem Technique*, 5 (2): 149–158. DOI: 10.13187/bgt.2018.2.149.
- Correa S.M., Arbilla G., Marques M.R., Oliveira K.M. 2012. The Impact of BTEX Emissions from Gas Stations Into the Atmosphere. *Atmospheric pollution research*, 3 (2): 163–169. DOI: 10.5094/APR.2012.016.
- Shekoyan S.V., Yeprintsev S.A., Vinogradov P.M., Lepeshkina L.A., Voronin A.A. 2020. Environmental Quality Assessment of Urban Areas Using Geoinformation Technologies (on Example of the Cities of Central Russia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 543: 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012025.
- Volkodaeva M.V., Taranina O.A., Kuznecov V.A. 2018. Measuring of industrial emission parameters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 194: 062035. DOI: 10.1088/1755-1315/194/6/062035.

References

- Borovlev A.E. 2016. Evaluation of Stability of Urban Soils to Technogenic Impact (on Example of the Town Belgorod). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 4 (225): 138–144 (in Russian).
- Borovlev A.E. 2020. Problematic Issues of Health Risk Assessment in the Belgorod Region Based on Summary Calculations of Air Pollution. *Upravleniye gorodom: Teoriya i praktika*, 4 (38): 53–56 (in Russian).
- Volkodaeva M.V., Taranina O.A., Kanchan Y.S. 2018. On Possible Mistakes at Determining the Amount of Pollutant Emissions Efficiency. *Monitoring systems of environment*, 12 (32):122–127 (in Russian).
- Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Volkodaeva M.V., Yeregin G.B. 2019. The Improvement of Approaches to the Assessment of Effects of the Anthropogenic Air Pollution on the Population in Order to Management the Risk for Health. *Hygiene and Sanitation*, 98 (1): 82–86 (in Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86.
- Yeprintsev S.A., Kurolap S.A., Klepikov O.V., Shekoyan S.V. 2020. Assessment of the Impact of Man-Made Air Pollution on the Medical and Demographic Processes of Large Urbanized Regions. *Geopolitics and Ecogeodynamics of regions*, 6 (3): 43–50 (in Russian). DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-3-43-50.
- Koskarev S.A., Zaurova F.H., Kuzubova A.A., Haustova E.P., Koskarev K.S. 2020. To Research Results of Level's Pollution of the Air at the Area of Location of Gas Feeding Station to Decrease Exhaust of Hydrocarbons' Vapors. *Engineering journal of Don*, 3 (63): 32 (in Russian).
- Koshkarev S.A., Koshkarev K.S., Brekhov A.A., Pernitsky A.D., Kurasov A.N. 2022. To Improve Emission Treatment Devices and Reduce the Generation of Gas Station's Waste. *Engineering journal of Don*, 1 (85): 336–348.
- Asadi M, Mirmohammadi M. 2017. Experimental Study of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene (BTEX) Contributions in the Air Pollution of Tehran, Iran. *Environmental Quality Management*, 27 (1): 83–93. DOI: 10.1002/tqem.21510.
- Borovlev A.E., Zelenskaya E.Ya. 2018. Use of the Air Pollution Summary Calculations for Industrial Emission Regulation in the City of Belgorod. *Biogeosystem Technique*, 5 (2): 149–158. DOI: 10.13187/bgt.2018.2.149.
- Correa S.M., Arbilla G., Marques M.R., Oliveira K.M. 2012. The Impact of BTEX Emissions from Gas Stations Into the Atmosphere. *Atmospheric pollution research*, 3 (2): 163–169. DOI: 10.5094/APR.2012.016.
- Shekoyan S.V., Yeprintsev S.A., Vinogradov P.M., Lepeshkina L.A., Voronin A.A. 2020. Environmental Quality Assessment of Urban Areas Using Geoinformation Technologies (on Example of the Cities of Central Russia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions*, 543: 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012025.
- Volkodaeva M.V., Taranina O.A., Kuznecov V.A. 2018. Measuring of industrial emission parameters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 194: 062035. DOI: 10.1088/1755-1315/194/6/062035.



*Поступила в редакцию 05.04.2022;
поступила после рецензирования 04.05.2022;
принята к публикации 17.05.2022*

*Received April 05, 2022;
Revised May 04, 2022;
Accepted May 17, 2022*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Боровлев Андрей Эдуардович, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Колосова Ирина Владимировна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры высшей математики, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Никулина Анна Сергеевна, магистрант института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey E. Borovlev, candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, geo-ecology and life safety of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Irina V. Kolosova, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova

Anna S. Nikulina, master student of the Department of the Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia