



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ENVIRONMENTAL MONITORING

DOI 10.22363/2313-2310-2022-30-1-86-91

УДК 504.064

Научное сообщение / Scientific report

### Предварительные результаты оценки транспортной нагрузки на кампус РУДН и Юго-Западный лесопарк

М.М. Редина , А.П. Хаустов  *Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*✉ [khaustov-ap@rudn.ru](mailto:khaustov-ap@rudn.ru)

**Аннотация.** Приводятся предварительные оценки транспортного загрязнения территории кампуса РУДН (Москва) и прилегающего лесопарка. Эти объекты находятся в условиях интенсивного воздействия автотрасс. Нагрузка оценивается на основе данных системы экологического мониторинга, действующей с 2017 г., сведений учета транспортных средств на автодорогах, с применением удельных показателей выбросов (сложившийся опыт). Территория рассматривается как репрезентативный экспериментальный полигон для изучения и моделирования потоков различных видов и форм загрязнителей в системе «атмосфера – почвы – растения», а также потоков парниковых газов. Такое разнообразие и плотность информации позволяют достоверно выявлять зоны влияния транспортных потоков на территорию и моделировать миграцию загрязняющих веществ. В центре внимания – продукты износа шин, асфальта, в том числе выбросы двигателей: твердые частицы и полициклические ароматические углеводороды. Полученные результаты свидетельствуют о значительном уровне нагрузки и в целом соответствуют современным оценкам суммарных транспортных нагрузок в Москве.

**Ключевые слова:** мониторинг окружающей среды, Российский университет дружбы народов, РУДН, транспортная нагрузка, твердые частицы, полициклические ароматические углеводороды, ПАУ

**История статьи:** поступила в редакцию 18.01.2022; принята к публикации 30.01.2022.


**Для цитирования:** Редина М.М., Хаустов А.П. Предварительные результаты оценки транспортной нагрузки на кампус РУДН и Юго-Западный лесопарк // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 1. С. 86–91. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-1-86-91>



## First results of assessment of transport pressure on the RUDN University campus and the South-West Forest Park

Margarita M. Redina , Aleksandr P. Khaustov  

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

 khaustov-ap@rudn.ru

**Abstract.** Preliminary results of the evaluation of transport pollution of the RUDN University campus (Moscow) and adjacent forest park are presented. These objects are under the conditions of intensive road and highway impact. The assessment of the load is carried out on the basis of data from the environmental monitoring system in operation since 2017, information from the accounting of vehicles on highways, using specific emission indicators (established experience). The territory is considered as a representative experimental ground for studying and modeling the flows of various types and forms of pollutants in the “atmosphere – soil – plants” system, as well as greenhouse gas flows. Such a variety and density of materials make it possible to reliably identify areas of influence of traffic flows on the territory and simulate the migration of pollutants. The focus is on tire wear products, asphalt, as well as engine emissions: solid particles and polycyclic aromatic hydrocarbons. The results obtained indicate a significant level of load and generally correspond to modern estimates of total transport loads in Moscow.

**Keywords:** environmental monitoring, Peoples' Friendship University of Russia, RUDN University, transport load, solid particles, polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs

**Article history:** received 18.01.2022; accepted 30.01.2022.

**For citation:** Redina MM, Khaustov AP. First results of assessment of transport pressure on the RUDN University campus and the South-West Forest Park. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(1):86–91. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-1-86-91>

### Введение

Транспортная система города и автотранспортные средства (АТС) – признанные лидеры в загрязнении атмосферы крупных городов. Так, для Москвы их вклад составляет не менее 90 %<sup>1</sup>. По данным начала 2022 г., средняя нагрузка автотранспорта на почвенный покров по выбросам вредных веществ от АТС составляет 1,2 кг/м<sup>2</sup> в год<sup>2</sup>. Поскольку методика этих оценок не указана, требуется подтверждение результатов.

Среди основных компонентов выбросов – оксиды углерода, азота, серы, твердые частицы (ТЧ) различного размера и состава, нитрозамины, широкий спектр углеводородов (замещенных, незамещенных, алифатических, ароматических). Оценки массопотоков и геохимической активности поллютантов проводятся на основе инструментальных (непосредственные замеры на стендах, данные экологического мониторинга) или расчетных методов. В последнем случае применяются алгоритмы из официальных методик, а также опре-

<sup>1</sup> Экологическая карта районов Москвы. URL: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>2</sup> Там же.

деленные на основе сложившейся практики удельные показатели выбросов – в расчете на 1 км пробега АТС, на единицу площади автодороги, на единицу мощности двигателя и т. д. Безусловно, расчетные методы менее точны, являются укрупненными, ориентируются на типовые источники выбросов. Их преимущество – относительная дешевизна и быстрота расчета. Для определения точности таких оценок необходимо их сопоставление с экспериментальными данными. Настоящее сообщение демонстрирует результаты первого этапа исследований: расчет выбросов ТЧ и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) – одной из наиболее токсичных групп поллютантов. Их поступление в окружающую среду частично обусловлено транспортом на ТЧ за счет процессов адсорбции комплексообразования.

### Материалы и методы

Объект исследования – территория кампуса РУДН и прилегающего Юго-Западного лесопарка в Юго-Западном округе Москвы. Площадь территории 114 га; она окружена автодорогами (Ленинский пр-кт, ул. Саморы Машелы, ул. Академика Опарина) и пересекается ул. Миклухо-Макляя. На основе натурных наблюдений (данные учета автомобилей весной 2019 г.) и данных камер дорожного движения суммарная годовая нагрузка составляет более 70 млн АТС/год на пяти участках: 1 – ул. Миклухо-Макляя (1000 м); 2 – Ленинский пр-кт (1000 м, северная часть до пересечения с ул. Миклухо-Макляя); 3 – Ленинский пр-кт (1180 м, южная часть, после пересечения с ул. Миклухо-Макляя); 4 – ул. Саморы Машела (430 м); 5 – ул. Академика Опарина (1100 м). В совокупности дорожная сеть протяженностью 4,7 км создает мощнейшую круглосуточную генерацию выбросов автоволнового характера [1].

Оценки выбросов ТЧ от истирания дорожного полотна, от истирания шин, от выбросов с отработанными газами и выделяющихся при торможении, а также оценки выбросов ПАУ получены с использованием удельных характеристик, приведенных в [2–5].

### Результаты и обсуждение

В результате расчета поступления загрязняющих веществ от вышеперечисленных источников получены оценки, приведенные в таблице. ПАУ в результате транспортной активности поступают в окружающую среду как в газообразной форме (часть комплекса ПАУ – летучие вещества в составе выбросов отработанных газов), так и на ТЧ, что потребовало расчета их количества на первом этапе.

Таким образом, суммарная масса ТЧ, оцененная расчетными методами, составляет 320,66 т/год, а масса ПАУ – 216,3 кг/год. Эти оценки можно сопоставить с масштабами изучаемой территории: при отсутствии рассеивания примесей за счет атмосферного переноса за ее пределы на каждый квадратный метр территории могло бы оседать около 0,28 кг ТЧ и 0,19 г ПАУ ежегодно. Ориентируясь на приведенные данные для Москвы<sup>3</sup>, можно считать,

<sup>3</sup> Экологическая карта районов Москвы. URL: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (дата обращения: 10.12.2021).

что это около 23,33 и 0,0158 % от суммарных поступлений поллютантов в почвы соответственно, что в принципе реалистично. При этом подчеркнем: даже столь низкая доля ПАУ в реальности представляет значительную нагрузку за счет их высокой токсичности. Среди выбросов ПАУ преобладают газообразные вещества в составе отработанных газов двигателей внутреннего сгорания (53,6 %), а также ПАУ на частицах, поступающих от истирания дорожного полотна (42,9 %).

#### Предварительная оценка поступления ТЧ и ПАУ

Характеристика	Участки				
	1	2	3	4	5
Ширина дорожного полотна, м	14,5	35,0	35,0	8,5	8,5
Количество АТС/год	7 812 769	28 519 834	27 107 788	1 576 800	5 142 120
Выбросы ТЧ, т/год, в том числе:	33,57	122,54	137,32	2,94	24,29
– с отработанными газами	0,10	0,37	0,41	0,01	0,07
– от истирания шин	1,46	5,33	5,97	0,13	1,06
– при торможении	0,20	0,72	0,68	0,04	0,13
– от истирания дорожного полотна	31,8	116,13	130,25	2,76	23,03
Выбросы ПАУ	22,64	82,63	92,68	1,96	16,39

#### Preliminary evaluation of emission of particulate matter and PAHs

Characteristic	Road segments				
	1	2	3	4	5
Width of the roadway, m	14.5	35.0	35.0	8.5	8.5
Number of vehicles/year	7 812 769	28 519 834	27 107 788	1 576 800	5 142 120
PM emissions, t/year, including:	33.57	122.54	137.32	2.94	24.29
– with exhaust gases	0.10	0.37	0.41	0.01	0.07
– from tire abrasion	1.46	5.33	5.97	0.13	1.06
– at braking	0.20	0.72	0.68	0.04	0.13
– from abrasion of the roadway	31.8	116.13	130.25	2.76	23.03
PAHs emissions	22.64	82.63	92.68	1.96	16.39

### Заключение

Полученные оценки свидетельствуют о весьма существенных уровнях загрязнения. Однако это укрупненные оценки; формируются ли такие уровни загрязнения в реальности, можно установить на основе экспериментальных данных. Система импактного экологического мониторинга [6–8] позволяет верифицировать расчетные оценки данными измерений накопления поллютантов (ТЧ) в снеге. Значительный вклад в загрязнение вносят ПАУ и другие поллютанты – липофильные химические соединения, сорбируемые ТЧ от истирания дорожного полотна. Этот источник поставляет в атмосферу максимальное количество ТЧ (94,8 %). Таким образом, даже при условии замены значительной доли АТС на электротранспорт, транспортная система города продолжит оставаться одним из наиболее заметных источников загрязнения атмосферы города.

### Список литературы

- [1] Силаева П.Ю., Хаустов А.П. Транспортная нагрузка на кампус РУДН // Потаповские чтения – 2019: сб. материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Дмитриевича Потапова. М.: Изд-во МИСИ – МГСУ, 2019. С. 142–147. URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (дата обращения: 19.12.2021).
- [2] Азаров В.К., Гайсин С.В., Кутенёв В.Ф. Концепция разработки универсальной методики объективной оценки комплексной безопасности автомобиля по обеспечению безопасности водителя, пассажиров и пешеходов // Журнал автомобильных инженеров. 2017. № 1 (102). С. 44–48.
- [3] Кутенев В.Ф., Степанов В.В., Азаров В.К. О реальном выбросе твердых частиц автомобильным транспортом // Журнал автомобильных инженеров. 2013. № 4 (81). С. 45–47.
- [4] Ho K.F., Ho S.S.H., Lee S.C., Cheng Y., Chow J.C., Watson J.G., Louie P.K.K., Tian L. Emissions of gas- and particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Shing Mun Tunnel, Hong Kong // *Atmospheric Environment*. 2009. Vol. 43. No 40. Pp. 6343–6351. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.09.025>
- [5] Knecht U., Elliehausen H.J., Judas W., Woitowitz H.J. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in abraded particles of brake and clutch linings // *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 1987. Vol. 28. No 3. Pp. 227–236. <http://doi.org/10.1080/03067318708081864>
- [6] Боева Д.В., Хаустов А.П. Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса Российского университета дружбы народов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 419–430. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430>
- [7] Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х., Силаева П.Ю. Проект экологического мониторинга кампуса Российского университета дружбы народов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 4. С. 562–584. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2017-25-4-562-584>
- [8] Khaustov A.P., Kenzhin Zh.D., Redina M.M., Aleinikova A.M. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in the soil – plant system as affected by motor vehicles in urban environment // *Eurasian Soil Science*. 2021. Vol. 54. No. 7. Pp. 1107–1118. <http://doi.org/10.1134/S1064229321070061>

### References

- [1] Silaeva P.Yu, Khaustov A.P. Transport load on the PFUR campus. *Potapov Readings – 2019: Materials of the Annual All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory of Doctor of Technical Sciences, Professor A.D. Potapov*. Moscow: MISI – MGSU Publ.; 2019. p. 142–147. (In Russ.) Available from: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa> (accessed: 19.12.2021).
- [2] Azarov VK, Gaisin SV, Kutenev VF. The concept of developing a universal methodology for an objective assessment of the integrated safety of a car to ensure the safety of a driver, passengers, and pedestrians. *Automotive Engineers Journal*. 2017;(1(102)):44–48. (In Russ.)
- [3] Kutenev VF, Stepanov VV, Azarov VK. On the real emission of solid particles by road transport. *Automotive Engineers Journal*. 2013;(4(81)):45–47. (In Russ.)
- [4] Ho KF, Ho SSH, Lee SC, Cheng Y, Chow JC, Watson JG, Louie PKK, Tian L. Emissions of gas- and particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the

- Shing Mun Tunnel, Hong Kong. *Atmospheric Environment*. 2009;43(40):6343–6351. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.09.025>
- [5] Knecht U, Elliehausen HJ, Judas W, Woitowitz HJ. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in abraded particles of brake and clutch linings. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 1987;28(3):227–236. <http://doi.org/10.1080/03067318708081864>
- [6] Boeva DV, Khaustov AP. Assessing the impact of vehicles on the campus of the Peoples' Friendship University of Russia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4):419–430. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430>
- [7] Khaustov AP, Redina MM, Aleinikova AM, Mamajanov RKh, Silaeva PYu. The project of environmental monitoring of the campus of the Peoples' Friendship University of Russia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2017;25(4):562–584. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2017-25-4-562-584>
- [8] Khaustov AP, Kenzhin ZhD, Redina MM, Aleinikova AM. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in the soil – plant system as affected by motor vehicles in urban environment. *Eurasian Soil Science*. 2021;54(7):1107–1118. <http://doi.org/10.1134/S1064229321070061>

### Сведения об авторах:

*Редина Маргарита Михайловна*, доктор экономических наук, доцент, профессор департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции, Институт экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0002-3169-0142; eLIBRARY SPIN-код: 2496-8157. E-mail: redina-mm@rudn.ru

*Хаустов Александр Петрович*, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ведущий специалист Института экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0002-5338-3960; eLIBRARY SPIN-код: 7358-5798. E-mail: khaustov-ap@rudn.ru

### Bio notes:

*Margarita M. Redina*, Dr.Sc. (Econ.), Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Security and Product Quality Management, Institute of Environmental Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-3169-0142; eLIBRARY SPIN-code: 2496-8157. E-mail: redina-mm@rudn.ru

*Aleksandr P. Khaustov*, Dr.Sc. (Geol.), Professor, chief specialist, Institute of Environmental Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-5338-3960; eLIBRARY SPIN-code: 7358-5798. E-mail: khaustov-ap@rudn.ru