

УДК 504.064.47

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-88-97

СМЕТ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Каманина И. З., Каплина С. П., Мелин Н. С.

Государственный университет «Дубна»

141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, Российская Федерация

Аннотация. Изучен состав смета транспортно-дорожного комплекса города Дубны Московской области и определен его класс опасности для окружающей среды. Был проведен химический анализ 30 проб смета, отобранных в 2016 и 2017 гг. за период весенней уборки дорог города вблизи мест массовых скоплений людей, по следующим показателям: кислотность, удельная электропроводность, содержание плотного остатка, хлорид-ионов, тяжелых металлов (валовых, кислоторастворимых, подвижных форм) и нефтепродуктов. Оценка опасности смета дана относительно санитарно-гигиенических нормативов. Установлено, что смет загрязнен высокотоксичными металлами и нефтепродуктами, имеет щелочную pH, содержит легкорастворимые соли, относится к IV классу опасности. Выявлены сильные корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов и нефтепродуктов в пробах смета и интенсивностью движения автотранспорта, поэтому его несвоевременная уборка представляет опасность для окружающей среды и здоровья населения.

Ключевые слова: смет транспортно-дорожного комплекса, оценка опасности загрязнителя, загрязнение окружающей среды, город Дубна

ROAD SWEEPINGS FROM THE TRANSPORT AND ROAD COMPLEX AS A SOURCE OF URBAN CONTAMINATION

I. Kamanina, S. Kaplina, N. Melin

Dubna State University

19 Universitetskaya ul., Dubna 141980, Moscow Region, Russian Federation

Abstract. The composition of the road sweepings of the transport complex of the city of Dubna in the Moscow region is studied and its environmental hazard class is determined. A chemical analysis is carried out on 30 samples of road sweepings taken in 2016 and 2017 during the spring cleaning of city roads near crowded places. The analysis is based on the following indicators: acidity, electrical conductivity, content of solid residue, chloride ions, heavy metals (gross, acid-soluble, mobile forms) and oil products. Hazard assessment of the sweepings is given in relation to sanitary standards. It is found that road sweepings are contaminated with highly toxic metals and petroleum products, have an alkaline pH, contain readily soluble salts, and belong to hazard class IV. Strong correlations between the content of heavy metals and petroleum products in the sweeping samples and the traffic intensity are revealed. It is found that the untimely cleaning poses a danger to the environment and public health.

Keywords: road sweepings of the transport and road complex, hazard assessment of the pollutant, environmental pollution, the city of Dubna

Актуальность

Одним из ведущих факторов окружающей среды, влияющих на состояние здоровья населения, является атмосферный воздух. Несмотря на положительную динамику, на территории Московской области отмечаются случаи несоответствия атмосферного воздуха гигиеническим нормативам, что обусловлено в основном выбросами автотранспорта и деятельностью предприятий топливно-энергетического комплекса. На протяжении последних лет среди приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха в городах фиксируются взвешенные вещества¹. Наибольшую опасность для населения представляют мелкие частицы размером менее 10 мкм, так как их проникновение в верхние дыхательные пути и легкие может приводить к повреждению легочной ткани и вызывать респираторные заболевания [4]. В городе Дубна среднесуточная пылевая нагрузка составляет 40 мг/м², а максимальная – 156 мг/м² (в 2,4 раза выше фоновой) – отмечается в правобережной части города [1; 5]. Запыленность воздуха особенно заметна в весенний период после снеготаяния и до начала вегетации. Помимо взвешенных веществ от выбросов автотранспорта, опасность создает смет транспортно-дорожного комплекса, который в тече-

¹ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Московской области в 2016 году» Управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области. – URL: http://50.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/1057476 (дата обращения 10.02.2019).

ние длительного времени после таяния снега сохраняется на проезжей части.

Показано [7], что максимальное количество обращений детей и подростков в медицинские учреждения города зарегистрировано по участкам, расположенным в зоне интенсивного движения автотранспорта, с высокой плотностью застройки и низким социальным уровнем населения. Количество обращений с заболеваниями органов дыхания в правобережной части города в значительно выше, чем в левобережной.

Целью настоящего исследования являлось изучение состава смета транспортно-дорожного комплекса города Дубны Московской области и определение его класса опасности для окружающей среды.

Объект исследования

Пробы смета транспортно-дорожного комплекса отбирались после таяния снега в период весенней уборки дорог в апреле 2016 и 2017 гг. Точки отбора располагались в правобережной части города на автодорогах с разной интенсивностью движения и включали как основные, так и второстепенные дороги (рис. 1). Пробы отбирались с дорожного полотна вблизи мест массовых скоплений людей (остановки общественного автотранспорта, детские сады, пешеходные переходы) в соответствии с нормативной методикой². Каждая проба представляла собой смешанный образец, составлен-

² ПНД Ф 12.4.2.1-99. Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения (утв. Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды 24 марта 1999 г.).

ный из 5 точечных проб смета, накопившегося за зимний период. Общая

масса каждого образца – 1 кг. Всего было отобрано 30 проб смета.



Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб смета транспортно-дорожного комплекса в правобережной части г. Дубны Московской области

Город Дубна (город областного подчинения) расположен в самой северной точке Московской области ($56^{\circ}45'$; $37^{\circ}10'$) по обеим сторонам реки Волга в 128 км от Москвы и обладает статусом наукограда. Общая площадь территории города составляет 6336 га¹, численность населения – 75,18 тыс. человек (на 01.01.2016 г.). Климат умеренно-континентальный, среднегодовая сумма осадков – 783 мм, число дней со снежным покровом в среднем 145 дней, средняя глубина снежного покрова – 400 мм, плотность 250 кг/м³. Преобладающими направлениями ветра в течение года являются южные и юго-западные, среднегодовая скорость ветра 3,2 м/с [2].

По данным ГИБДД, численность автотранспорта в г. Дубна насчитыва-

ет 54516 единиц (2016 г.). Преобладают легковые автомобили – 47851 (87,8% всего автопарка), грузовые – 3768, остальное количество приходится на автобусы, транспортные двухколесные средства и прочее. Большинство транспортных магистралей города проходит в непосредственной близости (15–50 м) от жилой застройки, основная часть которой представлена многоэтажными домами (5–9 этажей). На конец 2016 г. общая протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения составляла 109,16 км, из них с твердым покрытием – 93,3 км. Исследования интенсивности, скорости движения и состава транспортного потока на территории города, проводимые авторами в период 1998–2014 гг., показали, что средняя скорость движения автотранспорта составляет 40–60 км/ч, наибольшая интенсивность движения зарегистри-

¹ Генплан городского округа Дубна Московской области (утвержден Решением Совета депутатов городского округа Дубна Московской области от 28.10.2010 г. № 3С-12 (27)-101/45).

рована в правобережной части города (максимальная интенсивность в 2014 г. наблюдалась на проспекте Боголюбова – 1683 авт./ч). За весь период наблюдения интенсивность движения на дорогах города возросла почти в два раза и, по прогнозам, будет увеличиваться [8].

В зимний период на территории г. Дубна в качестве противогололедного средства используется песчано-соляная смесь, состоящая на 90% из песка и на 10% из технической соли. При этом пески для изготовления смеси используются из близлежащих карьеров и имеют большое содержание пылеватой и глинистой фракции. Реагент в виде песчано-солевой смеси считается оптимальным и безопасным для обработки автодорог в малых и средних городах. Снег, являясь депонирующей средой, аккумулирует в себе поллютанты за весь зимний период, которые после таяния снега накапливаются в дорожном смете. В городе весенняя уборка автодорог производится при помощи специализированной коммунально-уборочной и грузовой техники. Собранный смет транспортируют на площадку, расположенную в черте города (на ул. Университетская, д. 19), где его складируют и хранят в течение неопределенного времени. Дальнейшую судьбу сметы нам выяснить не удалось.

Методы исследования

Образцы сметы были проанализированы на следующие показатели: рН, удельная электрическая проводимость, плотный остаток водной вытяжки, хлорид-ион, содержание нефтепродуктов. Также в образцах было определено содержание тяжёлых металлов 1 и 2 классов опасности (Pb, Cd, Zn, Cu) в различных формах находже-

ния: валовых (разложение с помощью микроволновой системы пробоподготовки МС-6), кислоторастворимых (1 н. HNO₃) и подвижных (ацетатно-аммонийный буфер с рН 4,8). Измерения проводились методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2А» ООО «Кортек». Все определения проводились по стандартным методикам на лабораторной базе кафедры экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна». Полученные данные были обработаны методами описательной и аналитической статистики для выявления зависимости содержания тяжёлых металлов и нефтепродуктов в дорожном смете от интенсивности движения автотранспорта. Обработка проведена с использованием программных пакетов *Statistica 10.0* и *Microsoft Excel 10.0*.

Оценка опасности сметы для окружающей среды проводилась путем сравнения полученных результатов с гигиеническими нормативами для почв населенных мест (так как смет в большом количестве аккумулируется на городских газонах). В качестве нормативов для валовых форм были приняты ориентировочно допустимые концентрации (ОДК)¹, мг/кг: Pb – 32, Zn – 55, Cd – 0,5, Cu – 33; для подвижных форм – предельно допустимые концентрации (ПДК)², мг/кг: Pb – 6, Zn – 23, Cu – 3, Ni – 4.

¹ ГН 2.1.7.2511-09. Гигиенические нормативы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 32 от 18.05.2009 г.)

² ГН 2.1.7.2041-06. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 23.01.2006 г.)

Результаты исследования

Смет транспортно-дорожного комплекса г. Дубны представляет собой дисперсную массу серого цвета, образованную главным образом в результате применения в зимний период песчано-солевой смеси в качестве антигололедного реагента, а также накопления пыли (в результате выбросов выхлопных газов от автотранспорта, износа элементов транспортных средств и дорожного полотна, эрозии грунтовых частиц и др.), которая после таяния снега накапливается в дорожном смете. По компонентному составу смет в основном представлен супесью, растительными остатками и иными включениями (стекло, полиэтилен, гравий и т.д.).

Результаты исследования показали, что смет имеет щелочную реакцию среды $pH\ 7,2 \div 9,2$ (среднее значение 8,9). Подщелачивание связано с хлоридами кальция и натрия, которые входят в состав противогололедных реагентов, используемых для посыпки тротуаров и дорог в зимний период, а также поступлением щелочных и щелочноземельных элементов с выбросами автотранспорта и износом дорожного покрытия [10]. Другой причиной, по мнению [6], может являться высвобождение кальция из различных обломков, кирпича, строительного мусора, цемента, имеющих щелочную среду.

Значения удельной электропроводности сметы составили $78,3 \div 187,1\ \mu S/cm$ (среднее значение 116,3), что согласуется с показателями электропроводности дорожной пыли для улиц Москвы со схожей интенсивностью транспортного потока [3]. Плотный остаток водной вытяжки в процен-

тах от абсолютно сухой навески составил $0,21 \div 0,41$ (среднее значение 0,31); содержание хлорид-ионов в % от абсолютно сухой навески составило $0,016 \div 0,028$ (среднее значение 0,018). Аномальных областей по содержанию солей выявлено не было, все значения распределены довольно равномерно. В настоящее время для сметы отсутствуют нормативы, регламентирующие степень засоленности, вместе с тем по содержанию солей исследованный смет можно характеризовать как слабозасоленную среду. Длительное нахождение такого сметы на поверхности почвы может приводить к засолению последних и ухудшению условий произрастания зеленых насаждений вдоль дорог города.

Развитие процессов засоления и солонцеватости, не характерных для гумидных ландшафтов, отмечаются в городских почвах в результате применения противогололедных реагентов, содержащих хлоридно-натриевые соли [10]. Процент проективного покрытия на газонах в части, примыкающей к дорожному полотну, в весенний период часто не превышает 20–50%. В условиях промывного водного режима происходит растворение солей, миграция в глубь почвенного профиля в нижележащие горизонты, что может стать причиной коррозии и разрушения подземных коммуникаций.

Особый интерес представляет содержание в смете тяжелых металлов и нефтепродуктов (табл. 1). Результаты исследования содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu) в дорожных сметах показали, что ни в одной пробе не установлено превышений санитарно-гигиенических нормативов (ОДК) для валовых форм (характеризующих

общее загрязнение смета тяжелыми металлами), но при этом содержание подвижных форма меди незначительно превышают ПДК (в 1,1 – 1,6 раза) во всех пробах смета, отобранных на проспекте Боголюбова.

Таблица 1

Средние значения содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в образцах смета с автодорог г. Дубны Московской области, мг/кг

Элемент/форма нахождения	Валовая форма	Кислоторастворимая форма (1 н. HNO ₃)	Подвижная форма (ААБ рН 4,8)
Pb	9,76 ±	5,07 ±	3,15 ±
Zn	16,0 ±	8,62 ±	6,02 ±
Cd	0,076 ±	0,025 ±	0,018 ±
Cu	5,79 ±	3,55 ±	1,68 ±
Нефтепродукты	1395 ±		

Концентрация свинца (Pb) варьирует от 4,34 до 15,9 мг/кг, среднее значение составляет 9,76 мг/кг. Концентрация цинка (Zn) варьирует от 9,63 до 23,4 мг/кг, среднее значение составляет 16,0 мг/кг. Концентрация кадмия (Cd) составляет от 0,02 до 0,16 мг/кг, среднее значение составляет 0,076 мг/кг. Концентрация меди (Cu) варьирует от 1,47 до 10,6 мг/кг, среднее значение составляет 5,79 мг/кг. Концентрация нефтепродуктов в сметах варьирует от 734 до 1984 мг/кг, среднее значение составляет 1395 мг/кг, что выше допустимого уровня загрязнения для почв¹.

Максимальные концентрации всех исследованных тяжелых металлов и нефтепродуктов отмечаются в смете, отобранном на проспекте Боголюбова, наиболее загруженной автомагистрали, причем на всем его протяжении наблюдаются самые высокие концентрации. Доля подвижных форм от-

носительно валовых варьирует в широких пределах: для Pb от 5 до 82%, в среднем – 31%; для Zn от 4 до 64%, в среднем – 36%; для Cd от 3 до 61%, в среднем – 22%; для Cu от 1 до 61%, в среднем – 25%.

Все исследованные металлы между собой имеют сильную корреляционную связь $r = 0,70 \div 0,93$ при $P = 0,95$, причем такая корреляция наблюдается для всех форм нахождения металлов (валовая, кислоторастворимая, подвижная). Также сильная корреляционная связь $r = 0,69 \div 0,93$ при $P = 0,95$ выявлена для валовых форм исследованных тяжелых металлов и нефтепродуктов.

При сопоставлении показателя интенсивности движения автотранспорта с концентрацией металлов и нефтепродуктов выявлена парная корреляционная связь, зависимость действительна для всех форм нахождения металлов. Для валовых форм самый высокий коэффициент корреляции при $P = 0,95$ установлен для Pb – 0,98, нефтепродуктов – 0,92 и Cd – 0,9, не-

¹ Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.)

сколько ниже коэффициент корреляции для Zn – 0,89 и Cu – 0,76. Столь высокие коэффициенты корреляции указывают на единый источник поступления поллютантов в дорожный смет. Этим источником является автотранспорт.

Дорожный смет при несвоевременной уборке неизбежно попадает на придорожные участки. Как показали исследования почв городских газонов, примыкающих к дорожному полотну, проводимые авторами ранее, проективное покрытие на большинстве исследованных участков составляет не более 60%, в растительном покрове доминирующую роль играют сорные виды (одуванчик, подорожник, лебеда и др.) Почвы устойчиво более щелочные (рН 7,9 ÷ 8,2) по сравнению с естественными ненарушенными почвами рекреационных территорий города (рН 3,1 ÷ 4,2) [9], характеризуются крайне низкой обеспеченностью питательными элементами (содержание P₂O₅ 2,1 ÷ 4,2 мг/100 г почвы, калия), низким содержанием гумуса (2,3 ÷ 4,1%). Более 30% исследованных почв характеризуются умеренной токсичностью.

К одной из главных проблем урбанизированных территорий в весенний период относится утилизация дорожного смета. Согласно федеральному классификационному каталогу отходов дорожный смет имеет название «мусор и смет уличный, код 7 31 200 01 72 4», и данный вид отхода образуется в результате чистки и уборки территории городских и сельских поселений¹.

¹ Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изменениями и дополнениями).

На основе полученных результатов о составе смета транспортно-дорожного комплекса г. Дубны был проведен расчет по определению его класса опасности для окружающей среды в соответствии с критериями отнесения отходов к I–V классам опасности по степени их негативного воздействия на окружающую среду². Для расчета принимались максимальные концентрации (см. табл. 2). Так как $K = 1,45$, что менее значения 10, то, согласно вышеназванным критериям³, отходы дорожного смета г. Дубна по степени негативного воздействия на окружающую среду относятся к V классу опасности. Однако для присвоения отходу V класса опасности (неопасные отходы) необходимо проведение биотестирования. При отсутствии результатов биотестирования (не менее чем на двух тест-объектах) отходу присваивается IV класс опасности. Уличный смет может быть размещен на полигоне твердых бытовых отходов при условии соответствия классу опасности, допустимому к приему на данный полигон⁴.

Заключение

Как показали исследования, смет транспортно-дорожного комплекса г. Дубны – слабосоленый, имеет щелочную реакцию, содержит высокотоксичные металлы 1 и 2 классов опасности (Pb, Cd, Zn, Cu) и нефтепродукты.

² Приказ Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

³ Там же, Приложение 1.

⁴ СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 16 от 30 мая 2001 г.).

Таблица 2

Расчет класса опасности смета транспортно-дорожного комплекса г. Дубны

Компонент	%	C_i (мг/кг)	n	X_i	Z_i	$lgWi$	W_i (мг/кг)	K_i
Песок, грунт, гравий и т.д.	83.802	838020	–	4.00	5.00	6.00	10^6	0.84
Остатки растительного происхождения	9.0	90000	–	4.00	5.00	6.00	10^6	0.09
Полиэтилен	3.0	30000	–	4.00	5.00	6.00	10^6	0.03
Стекло	2.0	20000	–	4.00	5.00	6.00	10^6	0.02
Вода	2.0	20000	–	4.00	5.00	6.00	10^6	0.02
Нефтепродукты	0.1926	1926	6	3.00	3.67	3.67	4641.589	0.41
Цинк	0.0023	23.135	–	2.80	3.40	3.40	2511.89	0.01
Свинец	0.0016	15.503	–	2.36	2.81	2.81	650.63	0.02
Медь	0.0011	10.642	–	2.84	3.45	3.45	2840.10	0.01
Кадмий	0.00002	0.163	–	2.12	2.49	2.49	309.03	0.00
Всего	100,00							1.45

Ист.: п. 11 и прил. 4 «Критериев отнесения отходов к I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»

Прим.: C_i – концентрация компонента; n – количество оцененных первичных показателей опасности компонента; X_i – относительный параметр опасности компонента; Z_i – унифицированный относительный параметр опасности компонента; W_i – коэффициент степени опасности; K_i – показатель степени опасности.

Установлена парная корреляционная связь между содержанием металлов и нефтепродуктов в смете и интенсивностью движения автотранспорта, зависимость действительна для всех форм нахождения металлов.

Установлен IV класс опасности смета, что позволяет размещать его на полигоне твердых бытовых отходов (при условии приема на полигон отходов IV класса опасности).

Своевременная уборка и удаление смета препятствует увеличению пылевой нагрузки вдоль автомагистралей,

выпадению загрязняющих веществ на придорожную полосу и является обязательной для создания комфортных условий проживания и сохранения здоровья человека в городе. Даже частичное попадание смета на почвы и зеленые насаждения придорожных территорий приводит к снижению экологических функций городских почв, ухудшению качества зеленых насаждений и нарушению функционирования урбоэкосистемы в целом.

Статья поступила в редакцию 21.01.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт исследования снежного покрова города Дубны / А. И. Андреев, С. П. Каплина, И. З. Каманина, О. А. Макаров // Фундаментальные исследования. 2015. № 2 (ч. 12). С. 2590–2595.
2. Введение в экологию. Город Дубна – история и экология / Под ред. Н. В. Коронов-

- ского, Н. А. Ясаманова. Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2001. 164 с.
3. Власов Д. В., Касимов Н. С., Кошелев Н. Е. Геохимия дорожной пыли (Восточный округ Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2015. № 1. С. 23–33.
 4. К вопросу контроля и нормирования выбросов мелкодисперсной пыли в атмосферный воздух при движении автомобильного транспорта / М. К. Графкина, А. В. Азаров, Д. Р. Добринский, Д. А. Николенко // Вестник Московского государственного строительного университета. 2017. Том 12. № 4. С. 373–380.
 5. Мониторинг химического состава загрязнения снежного покрова на территории Московской области / А. А. Ермаков, Е. А. Карпова, А. Г. Малышева, Р. И. Михайлова, И. Н. Рыжова // Гигиена и Санитария. 2014. № 5. С. 88–94.
 6. Забелина О. Н., Феоктистова И. Д. Сравнительный анализ экологического состояния почвы урбанизированных территорий // Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (ч. 11). С. 2456–2459.
 7. Каманина И. З., Савватеева О. А., Свирихина Г. А. Медико-экологический мониторинг наукоградов Московской области // Экология урбанизированных территорий. 2008. № 3. С. 95–99.
 8. Каманина И. З., Савватеева О. А. Воздействие автотранспорта на окружающую среду г. Дубны // Фундаментальные исследования. 2014. № 8 (ч. 7). С. 1612–1616.
 9. Каплина С. П., Каманина И. З., Судницын И. И. Тяжелые металлы в почвах городов Дубна и Дмитров // Агрохимия. 2012. № 10. С. 60–65.
 10. Никифорова Е. М., Кошелева Н. Е., Хайбрахманов Т. С. Экологические последствия применения протитвооголедных реагентов для почв Восточного округа Москвы // Вестник Московского ун-та. Серия 5: География. 2016. № 3. С. 40–49.

REFERENCES

1. Andreev A., Kaplina S., Kamanina I., Makarov O. [Experience of research of snow cover in the city Dubna]. In: *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2015, no. 2, part 12, pp. 2590–2595.
2. Koronovskii V., Yasamanov N., eds. *Vvedenie v ekologiyu. Gorod Dubna – istoria i ekologiya* [Introduction to the ecology. The city of Dubna – history and ecology]. Dubna, Mezhdunarodnyi universitet prirody, obshchestva i cheloveka «Dubna» Publ., 2001. 164 p.
3. Vlasov D., Kasimov N., Koshelev N. [Geochemistry of road dust (Eastern district of Moscow)]. In: *Vestnik Moskovskogo un-ta. Seriya 5. Geografiya* [Moscow University Bulletin. Series 5. Geography], 2015, no. 1, pp. 23–33.
4. Grafkina M., Azarov A., Dobrinskii D., Nikilenko D. [The issue of control and regulation of emissions of fine dust in the atmospheric air by road transport]. In: *Vestnik MGSU* (Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture), 2017, vol. 12, no. 4, pp. 373–380.
5. Ermakov A., Karpova E., Malysheva A., Mikhailova R., Ryzhova I. [Monitoring of the chemical composition of snow cover pollution in the Moscow region]. In: *Gigiya i Sanitariya* [Hygiene and Sanitation J.], 2014, no. 5, pp. 88–94.
6. Zabelina O., Feoktistova I. [Comparative analysis of the ecological state of soil of urban territories]. In: *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2014, no. 9, part 11, pp. 2456–2459.
7. Kamanina I., Savvateeva O., Svirikhina G. [Medical-ecological monitoring of science cities in the Moscow region]. In: *Ekologiya urbanizirovannykh territorii* [Ecology of Urban Areas], 2008, no. 3, pp. 95–99.

8. Kamanina I., Savvateeva O. [The impact of transport on the environment of Dubna]. In: *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2014, no. 8, part 7, pp. 1612–1616.
9. Kaplina S., Kamanina I., Sudnitsyn I. [Heavy metals in the soils of the cities of Dubna and Dmitrov]. In: *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2012, no. 10, pp. 60–65.
10. Nikiforova E., Kosheleva N., Khaibrakhmanov T. [Environmental effects of the use of deicing reagents on soils of the Eastern district of Moscow]. In: *Vestnik Moskovskogo un-ta. Seriya 5: Geografiya* [Moscow University Bulletin. Series 5. Geography], 2016, no. 3, pp. 40–49.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каманина Инна Эдиславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле факультета естественных и инженерных наук государственного университета «Дубна»;

e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

Каплина Светлана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле факультета естественных и инженерных наук государственного университета «Дубна»;

e-mail: sv_kap@mail.ru

Мелин Никита Сергеевич – студент факультета естественных и инженерных наук государственного университета «Дубна»;

e-mail: sv_kap@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Inna Z. Kamanina – PhD in Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology and Earth Sciences, Faculty of Natural and Engineering Sciences, Dubna State University;

e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

Svetlana P. Kaplina – PhD in Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology and Earth Sciences, Faculty of Natural and Engineering Sciences, Dubna State University;

e-mail: sv_kap@mail.ru

Nikita S. Melin – student, Faculty of Natural and Engineering Sciences, Dubna State University;

e-mail: sv_kap@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Каманина И. З., Каплина С. П., Мелин Н. С. Смет транспортно-дорожного комплекса как источник загрязнения городской среды // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 3. С. 88–97.

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-88-97

FOR CITATION

Kamanina I., Kaplina S., Melin N. Road sweepings from the transport and road complex as a source of urban contamination. In: *Bulletin of the Moscow Region State University, Series: Natural Sciences*, 2019, no. 3, pp. 88–97.

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-88-97