

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Главное управление МЧС России по Воронежской области  
Экспертный совет при КЧС и ОПБ по Воронежской области  
Воронежское региональное отделение  
Общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска»  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.**

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНИ**

Материалы XIV Международной научно-практической конференции,  
посвященной Году культуры безопасности

(г. Воронеж, 29-30 марта 2018 г.)

Часть I

Воронеж 2018

УДК 502.2:504.75 (063)

ББК 68.69я4

К637

**К637      Комплексные проблемы техносферной безопасности. Актуальные вопросы безопасности при формировании культуры безопасной жизни:** материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Году культуры безопасности. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. Ч 1. 123 с.  
ISBN 978-5-7731-0598-5  
ISBN 978-5-7731-0599-2 (Ч.1)

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции, в которой нашли отражение вопросы по научно-техническим проблемам безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Материалы сборника соответствуют научному направлению «Комплексные проблемы техносферной безопасности» и перечню критических технологий Российской Федерации, утверждённому президентом Российской Федерации.

УДК 502.2:504.75 (063)

ББК 68.69я4

Редакционная коллегия:

- П.С. Куприенко – д-р техн. наук, профессор – ответственный редактор,  
Воронежский государственный технический университет;  
Н.А. Драпалюк – канд. техн. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет;  
Е.А. Сушко – канд. техн. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет;  
Т.В. Овчинникова – канд. биол. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет;  
Т.В. Ашихмина – канд. геогр. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет;  
Е.П. Вялова – канд. техн. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет;  
И.А. Новикова – канд. техн. наук, доцент – ответственный секретарь,  
Воронежский государственный технический университет

Рецензенты: кафедра землеустройства и ландшафтного проектирования  
Воронежского государственного аграрного университета  
им. Императора Петра I (д-р сел-хоз. наук, проф. В.Д. Постолюк);  
д-р геогр. наук, проф. В.М. Смольянинов

ISBN 978-5-7731-0598-5

ISBN 978-5-7731-0599-2 (Ч.1)

© ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный технический  
университет», 2018

8. СП 2.6.1.758-99 (НРБ-99) «Нормы радиационной безопасности».

9. СП 2.6.1.799-99 (ОСПОРБ-99) «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности МГСН 2.02-97 «Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки»

10. Посохов, Е.В. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические) / Е.В. Посохов, Н.И. Толстихин. Л.: Недра, 1977. - 240 с.

11. Фурман, И.Я. Гидрохимические особенности некоторых подземных вод Воронежского района и их бальнеологическая оценка / И.Я. Фурман // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. Воронеж, 1974.-С. 86- 88.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

I.I. Kosinova, V.V. Iljash

## ESPECIALLY THE ORIGIN AND ECOLOGICAL PROBLEMS OF MINERAL WATERS OF NOVOHOPERSKS MINING DISTRICT

The valuable mineral water are deposited in the Devonian sediments of the Novohopersks ore district of Voronezh region. They are characterized by the chloro-bromnym structure, high content of radon, the alpha activity. At the expense of independent water spout pressure aquifers occurs drawdown of resource of mineral waters. The process of self-spout leads to adverse ecological situations in areas of wells

Voronezh State University, Voronezh, Russia

УДК 631.417.7:547.6:504.53

Д.В. Власов, Н.Е. Кошелева, Н.С. Касимов

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ МОСКВЫ

Изучена дифференциация бенз(а)пирена в пыли различных типов дорог административных округов Москвы. Загрязнение дорожной пыли характеризуется чрезвычайно опасной экологической ситуацией. Среднее содержание бенз(а)пирена в пыли составляет 264 нг/г, что в 13,2 раза больше ПДК почв и соответствует чрезвычайно опасной экологической ситуации. Особенно высок уровень загрязнения в северной, центральной и восточной частях города преимущественно во дворах жилых домов, на кольцевой автомагистрали и крупных дорогах. Наименее загрязнена пыль главных шоссе и Третьего транспортного кольца из-за обновления вещества дорожной пыли в результате частого подметания и мытья дорожного полотна городскими службами

Одним из источников первичного аэрозоля в атмосфере городов является дорожная пыль: в США на нее приходится более половины массы частиц PM10 и около четверти PM2.5 [9]. Мигрируя с атмосферными массами и ливневым стоком, пыль оказывает негативное влияние на компоненты ландшафтов, увеличивая долю взвешенного вещества и концентрации большинства тяжелых

металлов, солей, питательных веществ и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Среди последних наиболее опасен бенз(а)пирен (БП) – соединение бензольного ряда I класса опасности с высокой токсичностью, канцерогенной и мутагенной активностью [5]. В городской среде он чаще всего образуется при сжигании органического топлива на промышленных предприятиях, объектах транспорта и в отопительных системах [1, 4]. Основное внимание при изучении загрязнения дорожной пыли уделяется тяжелым металлам, исследования ПАУ проводятся реже [3, 7, 8]. В Москве до 95% выбросов приходится на транспорт. Загрязнение атмосферных выпадений и почв БП, особенно в восточной части города, характеризуется очень высоким уровнем, многократно превышающим гигиенические нормативы [6]. Однако данные о содержании БП в дорожной пыли Москвы отсутствуют, поэтому цель работы – изучить дифференциацию БП в пыли различных типов дорог административных округов города.

Дорожная пыль отбиралась летом 2017 г. в пределах ограниченной Московской кольцевой автомобильной дорогой (МКАД) территории с поверхности дорожного полотна пластиковыми щеткой и совком после пятидневного сухого периода во дворах жилых домов ( $n=32$ ) и на дорогах с разной интенсивностью движения: МКАД ( $n=19$ ), Третьем транспортном кольце – ТТК ( $n=7$ ) и радиальных шоссе с количеством полос движения в одну сторону больше 4 ( $n=16$ ), крупных с 3-4 полосами ( $n=38$ ), средних с 2 полосами ( $n=46$ ) и малых с 1 полосой в одну сторону ( $n=35$ ). Пробы отбирались в разных административных округах города – Северном (САО), Северо-Восточном (СВАО), Восточном (ВАО), Юго-Восточном (ЮВАО), Южном (ЮАО), Юго-Западном (ЮЗАО), Западном (ЗАО), Северо-Западном (СЗАО) и Центральном (ЦАО).

Определение содержания БП проводилось методом низкотемпературной спектрофлуориметрии в условиях эффекта Шпольского. Для оценки экологической опасности загрязнения дорожной пыли БП рассчитывался коэффициент опасности  $K_o = C/ПДК$ , где  $C$  – содержание БП в дорожной пыли, ПДК – предельная допустимая концентрация. Поскольку ПДК для дорожной пыли не разработана, в качестве гигиенического норматива использовался ПДК БП в почвах (20 нг/г) [2].

Минимальное содержание БП в дорожной пыли Москвы составляет 22 нг/г (табл. 1), то есть ПДК превышена во всех точках; максимальное достигает 51 ПДК. Среднее содержание БП в пыли Москвы составляет 264 нг/г, что в 13,2 раза больше ПДК и соответствует чрезвычайно опасной экологической ситуации; почти в 54 раза выше фонового уровня дерново-подзолистых почв (5 нг/г) и в 1,6 раза больше концентрации в пылевых атмосферных выпадениях (169 нг/г) [6].

Распределение БП в пыли по административным округам неравномерно: наибольшие концентрации характерны для пыли САО ( $K_o=15,2$ ), СВАО ( $K_o=14,5$ ), ВАО ( $K_o=14,2$ ) и ЮАО ( $K_o=13,9$ ), где часты дорожные заторы и расположены крупные промышленные объекты (мусоросжигательные заводы в ВАО, ЮАО и на границе СВАО и САО, большое количество предприятий теп-

лоэнергетики в ЮАО и на границе ЮАО и ЮЗАО), и ЦАО ( $Ko=14,0$ ), где густота дорожной сети выше, чем в остальных округах города. Наименьшее содержание БП (102 нг/г,  $Ko=5$ ) выявлено в пыли ЮВАО, несмотря на то, что здесь расположен нефтеперерабатывающий завод и крупные объекты энергетики, что требует дальнейших детальных исследований.

Таблица 1

БП в дорожной пыли административных округов Москвы  
и на территории города в пределах МКАД

Округ	n	Среднее	Мин.	Макс.	$Cv$
		нг/г			%
САО	12	305	109	561	45
СВАО	23	290	46	769	59
ВАО	21	284	43	910	69
ЦАО	31	281	45	1020	72
ЮАО	26	278	22	687	65
ЗАО	29	272	26	680	72
ЮЗАО	20	257	45	811	62
СЗАО	16	256	56	516	56
ЮВАО	15	102	30	227	54
Москва	193	264	22	1020	67

Примечание:  $Cv$  – коэффициент вариации

Загрязнение пыли БП на различных типах дорог тоже неравномерно. Наибольшие концентрации поллютанта выявлены в пыли дворов жилых домов, где уровни БП в среднем составляют почти 19 ПДК, местами возрастая до 51 ПДК. Это связано, вероятно, с воздействием организованных и неорганизованных парковок частных автомобилей во дворах, с низкой скоростью движения и частыми маневрами транспорта, что повышает интенсивность выбросов.

Слабее загрязнена пыль на крупных дорогах ( $Ko=14,9$ ) и МКАД ( $Ko=13,0$ ), где интенсивность движения и выбросов высоки, а на МКАД также велик вклад в поставку БП грузовых автомобилей, проезд которых на ограниченную кольцевой автомагистралью часть города затруднен.

Таблица 2

БП в пыли дворов и различных типов дорог Москвы

Территория	n	Среднее	Мин.	Макс.	$Cv$
		нг/г			%
Дворы	32	376	101	1020	57
Крупные дороги	38	299	36	769	61
МКАД	19	260	30	910	77
Средние дороги	46	233	26	680	67
Малые дороги	35	230	36	561	54
Шоссе	16	175	22	363	57
ТТК	7	141	45	329	81

Еще ниже уровень содержания БП в пыли средних и малых дорог, где  $Ko$  достигает 11,6, что связано, видимо, с воздействием общественного транспорта, обилием светофоров и поворотов, увеличивающих количество маневров и способствующих дорожным заторам. Наименее загрязнена БП пыль главных шоссе

и ТТК, вероятно, из-за «обновления» вещества пыли в результате частого подметания и мытья дорожного полотна городскими службами.

Таким образом, загрязнение дорожной пыли Москвы БП характеризуется чрезвычайно опасной экологической ситуацией. Особенно высок уровень загрязнения в северной, центральной и восточной частях города преимущественно во дворах жилых домов, на МКАД и крупных дорогах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (договор №04/2017-И).*

### Литература

1. Геннадиев А.Н. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах / А.Н. Геннадиев, Ю.И. Пиковский, В.Н. Флоровская, Т.А. Алексеева, И.С. Козин, А.И. Оглоблина, М.Е. Раменская, Т.А. Теплицкая, Е.И. Шурубор. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. – 192 с.

2. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. – М., 2006. – 9 с.

3. Касимов, Н.С. Научные исследования ФГБОУ ВО «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова» по оценке загрязнения почвенного покрова и дорожной пыли г. Алушты в рамках Крымской комплексной экспедиции Русского географического общества / Н.С. Касимов, Л.А. Безбердая, Д.В. Власов, М.Ю. Лычагин // О состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2016 году. – Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. – С. 253-265

4. Кошелева, Н.Е. Многолетняя динамика и факторы накопления бенз(а)пирена в городских почвах (на примере ВАО Москвы) / Н.Е. Кошелева, Е.М. Никифорова // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почв. – 2011. – № 2. – С. 25-34

5. Jacob, J. The significance of polycyclic aromatic hydrocarbons as environmental carcinogens. 35 years research on PAH – a retrospective / J. Jacob // Polycyclic Aromatic Compounds. – 2008. – Vol. 28. – P. 242-272.

6. Kasimov, N.S. Benzo[*a*]pyrene in urban environments of eastern Moscow: pollution levels and critical loads / N.S. Kasimov, N.E. Kosheleva, E.M. Nikiforova, D.V. Vlasov // Atmospheric Chemistry and Physics. – 2017. – Vol. 17. – P. 2217-2227.

7. Ma, Y. Quantitative assessment of human health risk posed by polycyclic aromatic hydrocarbons in urban road dust / Y. Ma, A. Liu, P. Egodawatta, J. McGree, A. Goonetilleke // Science of the Total Environment. 2017. Vol. 575. P. 895-904.

8. Majumdar, D. Worldwide distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban road dust / D. Majumdar, B. Rajaram, S. Meshram, P. Suryawanshi, C.V. Chalapati Rao // International Journal of Environmental Science and Technology. 2017. Vol. 14. Iss. 2. P. 397-420.

9. National Emissions Inventory 2014. URL: <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2014-national-emissions-inventory-nei-data> (дата доступа 25.01.2018).

«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
г. Москва, Россия

D.V. Vlasov, N.E. Kosheleva, N.S. Kasimov

## SPATIAL DIFFERENTIATION OF BENZO[A]PYRENE IN ROAD DUST OF MOSCOW

The differentiation of benzo[a]pyrene in dust of various types of roads in administrative districts of Moscow has been studied. The road dust of Moscow is characterized as extremely polluted with benzo[a]pyrene. The average content of it in dust is 264 ng/g, which is 13.2 times higher than the maximum permissible concentration in soils. Particularly high pollution level in the northern, central and eastern parts of the city was found predominantly in the residential yards, on the Moscow Ring Road and major roads. The dust of the main highways and the Third Ring Road is less polluted because of the renewal of road dust as a result of frequent sweeping and washing of the roadway by municipal services

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

УДК 504.06

Н.В. Елфимов<sup>1</sup>, А.Е. Дюков<sup>2</sup>, Ф.А. Дементьев<sup>2</sup>

## СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЧВЫ МЕТОДОМ КАПЕЛЬНОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

В исследовании показана эффективность метода капельной люминесценции для диагностики загрязнений почвы товарными нефтепродуктами, на примере бензина и дизельного топлива. Данный метод, с одной стороны, позволяет отобрать пробы загрязнений, с другой, получить спектры люминесценции с поверхности фильтровальной бумаги, на которую происходит отбор пробы, и провести диагностику привнесения. Предложенный способ может применяться как в экологических исследованиях, так и в рамках пожарно-технической экспертизы

Несмотря на внимание к проблемам загрязнения объектов окружающей среды нефтепродуктами, развитие современных подходов к оценке степени негативного воздействия не теряет своей актуальности. Как и в других направлениях развития методов аналитической химии, при разработке современных методов диагностики и идентификации нефтепродуктов в почве основной упор делается на возможность упрощения способа пробоподготовки, поскольку, как известно, именно этот этап вносит наибольшую погрешность в конечный результат определения. Естественно, что в приоритете методы, позволяющие отказаться от предварительной подготовки пробы для анализа, проводить исследование непосредственно на месте в режиме реального времени. Такие методы в данном случае не достаточно эффективны, поскольку как объект исследования нефтепродукты, ввиду своей многокомпонентности и подверженности изменению компонентного состава под воздействием различных факторов, являются крайне сложными [1, 2]. В связи с развитием современных методов исследования, в последнее время большой интерес представляют различные подходы, применяемые в прошлом, но, ввиду недостаточного развития средств изме-

Научное издание

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.  
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ  
КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНИ**

Материалы XIV Международной научно-практической конференции,  
посвященной Году культуры безопасности

Часть I

Подписано в печать 23.03.2018.  
Формат 60x84/16. Бумага писчая.  
Усл. печ. л. 7,7. Тираж 350 экз.  
Зак. №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026, г. Воронеж, Московский просп., 14

Отдел оперативной полиграфии ВГТУ  
394006 Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84